একশো তিনটি মৌলিক পদার্থ

কানাইলাল মুখোপাধ্যায়

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্ষদ

বিজ্ঞান পুস্তিকা

একশো তিনটি মৌলিক পদার্থ

(Hundred Three Elements)

শ্রীকানাইলাল মুখোপাধ্যায় এম. এসসি.
অ্যাসিস্ট্যাণ্ট প্রফেসার, আচার্য ব্রজেন্দ্রনাথ শীল
মহাবিদ্যালয়, কোচবিহার।

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্ষদ

পরম পূজনীয় পিতৃদেব
৺কালীকৃষ্ণ মুখোপাধ্যায়ের
পুণ্যস্মৃতির উদ্দেশ্যে—

ভূমিকা

'একশো তিনটি মৌলিক পদার্থ' বইটির নাম থেকে বোঝা যাচ্ছে যে, বইটিতে একশো তিনটি মৌলিক পদার্থের সম্বন্ধে আলোচনা আছে। পার-মাণবিক ক্রমাঙ্ক অনুসারে প্রথম একশো তিনটি মৌলিক পদার্থকে আলাদা আলাদা ভাবে আলোচনা করা হয়েছে। অবশ্য ১০৪ এবং ১০৫ পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট মৌল যথাক্রমে কুরচোতোবিয়াম (**Kurchatovium**) এবং হ্যানিয়াম সম্বন্ধে কিছু বলা হয়নি।

প্রত্যেকটি মৌলিক পদার্থের নাম, চিহ্ন, কে, কোথায়, কবে আবিষ্কার করেছেন, ভূত্বকে কি পরিমাণে পাওয়া যায়, কিভাবে প্রস্তুত করা যায় এবং প্রত্যেকটির ভৌত ধর্ম ও ব্যবহার নিয়ে সংক্ষেপে বলা হয়েছে। এইটিই বইয়ের মুখ্য অংশ। অবশ্য সকলের বোঝার জন্যে বইটিতে আরো কতকগুলি অধ্যায় যোগ করা হয়েছে।

সকল মৌলিক পদার্থকে নিয়ে বাংলা ভাষায় আজ পর্যন্ত কোন বই প্রকাশিত হয়নি। এই কথাটা মনে রেখে বইটি লিখতে আরম্ভ করি। কোচবিহারে আচার্য ব্রজেন্দ্রনাথ শীল মহাবিদ্যালয়ের লাইব্রেরী ও লাইব্রেরী কর্মীদের জন্যে আমার পক্ষে বইটি লেখা সম্ভব হয়েছে। এই বইয়ের সকল উপকরণ বিভিন্ন দেশী এবং বিশেষ করে বিদেশী বই থেকে নেওয়া হয়েছে।

বইটি লিখতে গিয়ে পরিভাষার অভাববোধ করেছি এবং মৌলিক পদার্থের বাংলা বানানের অসুবিধেয় পড়েছি। মৌলিক পদার্থগুলির আবিষ্কর্তারা বিদেশী হওয়ায় তাঁদের নামের বাংলা উচ্চারণ যথাযথ না হলে পাঠক-পাঠিকারা আমায় ক্ষমা করবেন। এই অসুবিধে দূর করার জন্যে প্রত্যেক আবিষ্কর্তার নামের ইংরেজী বানান বন্ধনীর মধ্যে দেওয়া আছে।

এই বইয়ে ৺রাজশেখর বসু মহাশয়ের নির্বাচিত এবং কোলকাতা বিশ্ব-বিদ্যালয় কর্তৃক প্রকাশিত বৈজ্ঞানিক পরিভাষার সাহায্য নেওয়া হয়েছে। তাছাড়া বিভিন্ন বাংলা বই এবং পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্যদ কর্তৃক প্রকাশিত

'পদার্থ বিজ্ঞানের পরিভাষা' বইটিরও সাহায্য নেওয়া হয়েছে। বহুল ব্যবহৃত ইংরেজী শব্দের বাংলা প্রতিশব্দ ব্যবহার করিনি। যেমন অক্সিজেনকে অম্লজান না লিখে অক্সিজেনই রেখেছি। বহু ইংরেজী শব্দের বাংলা প্রতিশব্দ না পেয়ে সরাসরি ইংরেজী শব্দটি বাংলায় লিখেছি।

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য পুস্তক পর্ষদের মুখ্য প্রশাসনিক আধিকারিক অধ্যাপক দিব্যেন্দু হোতা মহাশয়ের উৎসাহ ও সহযোগিতার ফলে বইটি প্রকাশ সম্ভব হয়েছে।

পর্ষদের সকল কর্মী এবং এই বইটি লেখা ও প্রকাশের সময় যাঁরা আমায় নানানভাবে সাহায্য করেছেন তাঁদের সবাইকে ধন্যবাদ ও আন্তরিক শুভেচ্ছা জানাই।

আচার্য ব্রজেন্দ্রনাথ শীল মহাবিদ্যালয়
কোচবিহার।
মহালয়া ১৬ই অক্টোবর, ১৯৮২

কানাইলাল মুখোপাধ্যায়

সূচীপত্র

জ্ঞাতব্য

বরফের গলনাঙ্ক = 0°C (Celsius) বা 273·15°K (Kelvin)

জলের স্ফুটনাঙ্ক = 100°C বা 373·15°K (এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে)

পরমশূন্য (absolute zero) = 0°K বা – 273·15°C

ইলেক্ট্রনের আধান = $4{\cdot}8022 \times 10^{-10}$ esu

বা $1{\cdot}602 \times 10^{-20}$ emu

বা $1{\cdot}602 \times 10^{-19}$ abs. coloumb

ইলেক্ট্রনের স্থির ভর (rest mass) = $9{\cdot}1091 \times 10^{-28}$ g

প্রোটনের স্থির ভর = $1{\cdot}67252 \times 10^{-24}$ g

নিউট্রনের স্থির ভর = $1{\cdot}67482 \times 10^{-24}$ g

এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ = 760 mm পারদ স্তম্ভের চাপ

= $1{\cdot}01325 \times 10^{6}$ dynes/cm³

অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা (N) = $6{\cdot}02252 \times 10^{23}$

1A [অ্যাংস্ট্রম (Angstrom)] = 10^{-8} cm

সেলসিয়াস (সেন্টিগ্রেড) তাপক্রম এবং কিছু কিছু ক্ষেত্রে পরম তাপক্রম (Absolute Scale of Temperature or Kelvin Scale of Temperature) ব্যবহার করা হয়েছে।

ষষ্ঠ অধ্যায়ে বন্ধনীর মধ্যে দেওয়া স্ফুটনাঙ্ক ও গলনাঙ্কের মান হিসাব নির্ভর তথ্য।

যে সকল তেজস্ক্রিয় মৌলের অনেকগুলি সমস্থানিক পাওয়া যায় সেক্ষেত্রে যার অর্ধজীবনকাল সবচেয়ে বেশী বা যেটি সবচেয়ে পরিচিত সেই সমস্থানিকটির পারমাণবিক গুরুত্বের মান দেওয়া হয়েছে।

একশো তিনটি মৌলিক পদার্থ

প্রথম অধ্যায়

বস্তু

এই বিশ্বে আমাদের চারিদিকে অসংখ্য বস্তু (Matter) রয়েছে, যাদের অবস্থিতি আমরা আমাদের পঞ্চ ইন্দ্রিয়ের এক বা একাধিকের সাহায্যে বুঝতে পারি। প্রত্যেক বস্তুই কিছু ভরবিশিষ্ট হবে এবং কিছু জায়গা অধিকার করে থাকবে অর্থাৎ আয়তন থাকবে। যেমন জল, মাটি, কাঠ, পাথর, গাছপালা ইত্যাদি। এদের প্রত্যেকের নিজস্ব আয়তন আছে এবং এদের আমরা দেখতে পাই। আবার বাতাস, এটাও একটি বস্তু, যদিও একে আমরা দেখতে পাই না, কিন্তু এর অবস্থিতি আমরা স্পর্শ দ্বারা অনুভব করতে পারি। বাতাসের আয়তন ও ভর আছে।

সুতরাং বস্তু হলো আমাদের ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য জিনিস, যার আয়তন ও ভর আছে।

বস্তু মাত্রই বিশুদ্ধ বা অবিশুদ্ধ হবে। যে বস্তু কেবলমাত্র একটি উপাদান দিয়ে গঠিত তাকে বিশুদ্ধ পদার্থ বলে। আর যে বস্তুতে একাধিক উপাদান আছে তাকে অবিশুদ্ধ পদার্থ বলে।

বিশুদ্ধ পদার্থ মাত্রই সমসত্ব (homogeneous) হবে। যে পদার্থের সকল অংশের ধর্ম ও উপাদানের অনুপাত অভিন্ন, সেই পদার্থকে সমসত্ব পদার্থ বলে। যেমন জল, চিনির জলীয় দ্রবণ (solution), লোহা, পাকা সোনা সমসত্ব পদার্থ। আর যে পদার্থের যে কোন অংশের ধর্ম ও অনুপাত বিভিন্ন, সেই পদার্থকে অসমসত্ব (heterogeneous) পদার্থ বলে। মিশ্র পদার্থ সাধারণত অসমসত্ব। যেমন বালি চিনির মিশ্রণ, লোহা গন্ধকের মিশ্রণ ইত্যাদি। পদার্থ বিশুদ্ধ হলে তা অবশ্যই সমসত্ব হবে। কিন্তু সমসত্ব হলেই বস্তু বিশুদ্ধ নাও হতে পারে। যেমন চিনির জলীয় দ্রবণ—এটি সমসত্ব, কিন্তু দুটি উপাদান দিয়ে গঠিত বলে এটি অবিশুদ্ধ।

বস্তুর তিনটি অবস্থা থাকতে পারে—যেমন কঠিন, তরল এবং বায়বীয় বা গ্যাসীয়। কঠিন বস্তুর বা পদার্থের নিজস্ব আকৃতি ও আয়তন থাকবে—যেমন লোহা, সোনা, ইট, বরফ ইত্যাদি। তরল পদার্থের নিজস্ব আয়তন থাকবে, কিন্তু নিজস্ব আকৃতি থাকে না। যে পাত্রে তরল পদার্থ রাখা যায় সেই পাত্রের আকৃতি নেবে। যেমন নির্দিষ্ট পরিমাণ জলের আয়তন নির্দিষ্ট, কিন্তু ওটির আকৃতি হবে যে পাত্রে আছে তার আকৃতি অনুসারে। গ্যাসীয় পদার্থের নির্দিষ্ট আয়তন বা আকৃতি নেই। যে পাত্রে রাখা যাবে সেই পাত্রের আয়তন ও আকৃতি নেবে।

অনেক সময় বস্তুর ওপর চাপ বাড়িয়ে বা কমিয়ে কিংবা উত্তাপ প্রয়োগে বা হরণে বস্তুর অবস্থান্তর করান যায়। যেমন বরফের ওপর তাপ প্রয়োগে প্রথমে তরলে (জলে) এবং অধিক তাপ প্রয়োগে জলীয় বাষ্পে পরিণত করা যায়। আবার জলীয় বাষ্প থেকে তাপ হরণে প্রথমে জলে এবং পরে বরফে পরিণত হয়। এই পরিবর্তনে বস্তুর আণবিক গঠনের বা ভরের কোনরূপ পরিবর্তন হয় না। এই পরিবর্তনকে ভৌত পরিবর্তন (physical change) বলে। বৈদ্যুতিক বাল্বের ফিলামেণ্টের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহে ফিলামেণ্টটি উজ্জল ও ভাস্বর হয়ে ওঠে, কিন্তু বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করলে ওটি আবার আগের অবস্থায় ফিরে আসে। এই পরিবর্তনটি ভৌত পরিবর্তন। ভৌত পরিবর্তন যার দ্বারা সাধিত হয়, সেই কারণকে অপসারিত করলে বস্তুকে আগের অবস্থায় ফিরে পাওয়া যায়। যেমন উত্তাপ প্রয়োগে বরফ থেকে জলে এবং উত্তাপ হরণে জল থেকে বরফে পরিণত করা যায়।

কিন্তু বস্তুর ওপর তাপ প্রয়োগে অনেক সময় বস্তুর অবস্থান্তর না হয়ে, বস্তুর আণবিক গঠনের পরিবর্তন হয় এবং নতুন ধর্মবিশিষ্ট পদার্থে পরিণত হয়। এই পরিবর্তনটি একটি স্থায়ী পরিবর্তন এবং যার দ্বারা এই পরিবর্তন হয়, সেই কারণকে দূর করলেও আগের বস্তু ফিরে পাওয়া যায় না। এই পরিবর্তনকে রাসায়নিক পরিবর্তন (chemical change) বলে। মোমবাতি বায়ুতে জ্বললে ওটি বায়ুর অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় কার্বন ডাই-অক্সাইড, জল ও তাপ দেয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং জলের আণবিক গঠন মোমের আণবিক গঠন থেকে সম্পূর্ণ আলাদা। সুতরাং এই পরিবর্তনটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

রাসায়নিক পরিবর্তনে তাপের তারতম্য অবশ্যই হবে অর্থাৎ তাপ শোষিত বা উদ্ভূত হবে। যে রাসায়নিক পরিবর্তনে তাপ শোষিত হয় তাকে তাপ শোষক (endothermic) বিক্রিয়া বলে। আর যে বিক্রিয়ায় তাপ উদ্ভূত হয় তাকে তাপোৎপাদক (exothermic) বিক্রিয়া বলে। নাইট্রোজেন অক্সিজেনের সঙ্গে অধিক তাপমাত্রায় বিক্রিয়া করে নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে। এটি তাপশোষক বিক্রিয়া। হাইড্রোজেন অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় জল উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয়। সুতরাং এটি তাপোৎ-পাদক বিক্রিয়া। বিস্ফোরকগুলি বিস্ফোরণের ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। সুতরাং এগুলি তাপোৎপাদক বিক্রিয়া।

— —

দ্বিতীয় অধ্যায়

পরমাণুর সম্বন্ধে কিছু কথা

যে পদার্থকে রাসায়নিক বিশ্লেষণ বা বিক্রিয়া করলে আর কোন নতুন ধর্মবিশিষ্ট পদার্থ পাওয়া যায় না তাকে মৌলিক পদার্থ বা মৌল (element) বলে। যেমন হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, লোহা, সোনা, পারদ, সোডিয়াম ইত্যাদি এক একটি মৌলিক পদার্থ বা মৌল।

প্রকৃতিতে মোট 92টি মৌল আছে। এই সকল মৌল প্রকৃতিতে বিভিন্ন পরিমাণে আছে। এই 92টি মৌল ছাড়াও রসায়নবিদরা আরো 11টি মৌল কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করতে সমর্থ হয়েছেন। এদের ইউরেনিয়ামোত্তর মৌল বলে। আর এই 11টি মৌলকে একসঙ্গে ইউরেনিয়ামোত্তর মৌল শ্রেণী বলে।

মৌলের ক্ষুদ্রতম অংশ যাতে মৌলের সকল ধর্ম বিদ্যমান, তাকে পরমাণু বা অ্যাটম (atom) বলে।

কোন মৌলের একটি পরমাণুকে ইংরাজী যে অক্ষর দিয়ে সংক্ষেপে এবং সুনির্দিষ্টভাবে প্রকাশ করা হয়, তাকে সেই মৌলের চিহ্ন বা প্রতীক (symbol) বলে। সর্বসমেত $92+11=103$টি মৌলকে মোট 103টি প্রতীক দিয়ে প্রকাশ করা হয়, যেটি আন্তর্জাতিক রসায়নবিদদের সংস্থা দ্বারা স্বীকৃত। H অক্ষর দিয়ে হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুকে প্রকাশ করা হয়। সেরূপ লোহা, সোনা, তামা, পারদ, হিলিয়াম, কার্বন ইত্যাদির এক একটি পরমাণুকে যথাক্রমে Fe, Au, Cu, Hg. He, C দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

বিশ্বের তাবৎ বস্তু এক বা একাধিক মৌল দিয়ে গঠিত। নির্দিষ্ট অনুপাতে একাধিক মৌলের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় গঠিত সমসত্ব পদার্থকে যৌগ বা যৌগিক পদার্থ (compound) বলে। যেমন জল দুভাগ হাইড্রোজেন ও ষোল ভাগ অক্সিজেন দিয়ে গঠিত।

মৌল বা যৌগের ক্ষুদ্রতম অংশ যাতে মৌলের বা যৌগের সকল ধর্ম বিদ্যমান এবং যার স্বাধীন সত্তা আছে তাকে অণু বা মলিকুল (molecule) বলে।

মৌলের অণু মৌলের এক বা একাধিক পরমাণু দিয়ে গঠিত হতে পারে। যেমন হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেনের অণু যথাক্রমে হাইড্রোজেন, অক্সিজেন এবং নাইট্রোজেনের দুটি করে পরমাণু দিয়ে গঠিত। আবার ওজোনের অণু অক্সিজেনের তিনটি পরমাণু এবং ফসফরাসের অণু ফসফরাসের চারটি পরমাণু দিয়ে গঠিত। নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহ এবং গ্যাসীয় অবস্থায় ধাতব অণুগুলি কেবলমাত্র একটি পরমাণু দিয়ে গঠিত। কোন মৌলের একটি অণু যত সংখ্যক পরমাণু দিয়ে গঠিত, সেই সংখ্যাটিকে মৌলের পরমাণুকতা (atomicity) বলে।

সুতরাং হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন অণুর পরমাণুকতা দুই এবং ওজোনের তিন এবং ফসফরাসের চার। নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহ এবং গ্যাসীয় অবস্থায় ধাতুর অণুর পরমাণুকতা এক।

কোন মৌলের অণুর সঙ্কেত লিখতে হলে সেই মৌলের চিহ্নের ডান দিকের নিচের অংশে অণুতে অবস্থিত পরমাণুর সংখ্যা অঙ্কে লেখা হয়। যেমন নাইট্রোজেন অণু N_2, ওজোন অণু O_3 এবং ফসফরাস অণু P_4। হিলিয়াম ও লোহার অণু যথাক্রমে He ও Fe, কারণ এক সংখ্যাটি অঙ্কে লেখা হয় না।

কোন পরমাণুর বৈশিষ্ট্য হলো তার ওজন। কার্বনের একটি পরমাণুর ওজন 12 ধরে এর পরিপ্রেক্ষিতে যে কোন মৌলের একটি পরমাণু যতগুণ ভারী সেই আনুপাতিক সংখ্যাকে মৌলের পারমাণবিক ওজন (atomic weight) বলে। হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন বা গুরুত্ব প্রায় এক (1·008) এবং অক্সিজেনের ষোল। কোন মৌলের পারমাণবিক ওজনকে সেই মৌলের চিহ্নের ডানদিকের মাথায় অঙ্কে লেখা হয়। H^1 মানে হাইড্রোজেন পরমাণু যার পারমাণবিক গুরুত্ব এক এবং N^{14} মানে নাইট্রোজেন যার পাঃ গুঃ চৌদ্দ।

যে কোন পরমাণু সাধারণত ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন দিয়ে গঠিত এবং যে কোন পরমাণুর দুটি অংশ আছে—একটি কেন্দ্রীণ বা পরমাণু কেন্দ্র (nucleus) এবং অপরটি কেন্দ্র বহির্ভূত অংশ (extranuclear part)। এক পারমাণবিক গুরুত্ব সম্পন্ন হাইড্রোজেন ব্যতীত যে কোন পরমাণুর কেন্দ্রীণে

প্রোটন ও নিউট্রন এক সঙ্গে থাকে। কেবলমাত্র প্রোটিয়ামের (H^1) কেন্দ্রীণে নিউট্রন নেই। যে কোন পরমাণুর কেন্দ্রবহির্ভূত অংশে ইলেকট্রন থাকে।

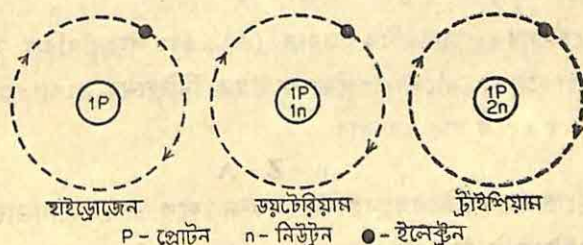
প্রোটন ও নিউট্রন উভয়ের ভর এক একক এবং একটি প্রোটন বা একটি নিউট্রন একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর (H^1) ভরের সমান। প্রতি প্রোটনে এক একক ধনাত্মক (positive) আধান (charge) থাকে, যার মাত্রা $1{\cdot}602\times10^{-19}$ কুলম্ব বা $.4{\cdot}8022\times10^{-10}$ e.s.u। কোন পরমাণুর কেন্দ্রীণে যত সংখ্যক ধনাত্মক আধান বা যত সংখ্যক প্রোটন থাকে, সেই সংখ্যাটি ঐ পরমাণুর পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক (atomic number) হবে। হাইড্রোজেনের পরমাণুর কেন্দ্রীণে একটিমাত্র প্রোটন আছে। সুতরাং হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক এক। ইউরেনিয়াম ধাতুর পরমাণুর কেন্দ্রীণে 92টি প্রোটন আছে, সুতরাং ইউরেনিয়াম পরমাণুর ক্রমাঙ্ক *92*। পরমাণুর কেন্দ্রীণে অবস্থিত প্রোটনের সংখ্যার পার্থক্য হেতু বিভিন্ন মৌল হয়, যাদের ধর্ম আলাদা। কোন মৌলের পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক সেই মৌলের বাঁদিকে নিচে সংখ্যাটি অঙ্কে লেখা হয়। যেমন $_1H$ মানে হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক এক এবং $_8O$ মানে অক্সিজেনের পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক আট।

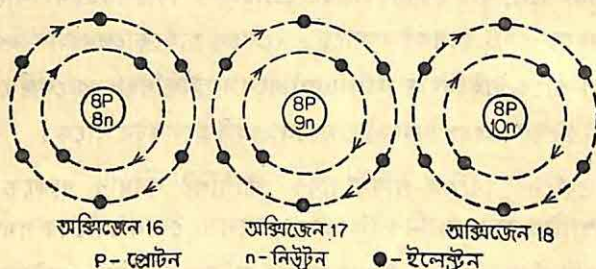
নিউট্রনের ভর প্রোটনের ভরের সঙ্গে সমান অর্থাৎ নিউট্রনের ভর এক এবং এটি হাইড্রোজেন যার ভর সংখ্যা এক, তার সঙ্গেও সমান। নিউট্রনের কোন আধান নেই। নিউট্রন প্রোটনের সঙ্গে কেন্দ্রীণে অবস্থান করে।

ইলেকট্রনগুলি কেন্দ্রীণকে কেন্দ্র করে প্রচণ্ড বেগে আবর্তিত হয়। যেমন সূর্যকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন গ্রহগুলি আবর্তিত হয়। ইলেকট্রনের ভর খুবই নগণ্য। একটি ইলেকট্রনের ভর একটি হাইড্রোজেনের (H^1) ভরের $\frac{1}{1845}$ ভাগ মাত্র। প্রতি ইলেকট্রনে এক একক ঋণাত্মক (negative) আধান থাকে, যার মাত্রা প্রোটনের আধানের সঙ্গে সমান কিন্তু চিহ্ন বিপরীত। যেহেতু যে কোন পরমাণু তড়িৎ নিরপেক্ষ, অতএব যে কোন পরমাণুতে যতগুলি প্রোটন থাকবে ঠিক ততগুলি ইলেকট্রন থাকবে। প্রোটন পরমাণুর কেন্দ্রীণে থাকে, কিন্তু ইলেকট্রন পরমাণুর কেন্দ্রীণ বহির্ভূত অংশে থাকে, যাকে ইলেকট্রন মহল বলা হয়। হাইড্রোজেনের কেন্দ্রীণে একটি প্রোটন আছে, অতএব এর ইলেকট্রন মহলে একটি ইলেকট্রন থাকবে। আবার ইউরেনিয়ামের পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক 92 অর্থাৎ এর কেন্দ্রীণে 92টি প্রোটন আছে, অতএব ইউরেনিয়ামের ইলেকট্রন মহলে 92টি ইলেকট্রন থাকবে।

ইলেকট্রনের ভর নগণ্য বলে, কোন পরমাণুর মোট ভর হবে ঐ পরমাণুর কেন্দ্রীণে অবস্থিত মোট প্রোটন ও নিউট্রনের ভরের সঙ্গে সমান। অর্থাৎ মোট প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যার যোগফলের সমান। পরমাণুর এই ভরকে পারমাণবিক ভর সংখ্যা (atomic mass number) বলে।

এক পারমাণবিক ভর সংখ্যা বিশিষ্ট হাইড্রোজেন (যাকে প্রোটিয়াম বলে) পরমাণু কেবলমাত্র একটি প্রোটন ও একটি ইলেকট্রন দিয়ে গঠিত। প্রোটিয়াম ($_1H^1$) পরমাণু ছাড়া যে কোন পরমাণুর কেন্দ্রীণে প্রোটন ও নিউট্রন থাকবে। দুই পারমাণবিক ভরবিশিষ্ট হাইড্রোজেনকে ($_1H^2$) ডয়টেরিয়াম (deuterium) বলে, যার কেন্দ্রীণে একটি প্রোটন ও একটি নিউট্রন আছে এবং ইলেকট্রন মহলে একটি ইলেকট্রন আছে। সেরূপ হাইড্রোজেন যার ভর সংখ্যা তিন ($_1H^3$) তাকে ট্রাইশিয়াম (tritium) বলে। ট্রাইশিয়ামের কেন্দ্রীণে একটি প্রোটন, দুটি নিউট্রন এবং ইলেকট্রন মহলে একটি ইলেকট্রন থাকে।

একই মৌলের বিভিন্ন পারমাণবিক ভরবিশিষ্ট পরমাণু থাকতে পারে, যাদের একস্থানিক বা সমস্থানিক (isotope) বলে। কোন মৌলের সমস্থানিক-গুলির পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক সমান অর্থাৎ অভিন্ন, কেন্দ্রীণে প্রোটনের সংখ্যা অভিন্ন অর্থাৎ ইলেকট্রন মহলে ইলেকট্রনের সংখ্যাও অভিন্ন। কিন্তু কেন্দ্রীণে বিভিন্ন সংখ্যায় নিউট্রন থাকে। কেন্দ্রীণে বিভিন্ন সংখ্যায় নিউট্রন থাকায় ওদের পারমাণবিক ভরসংখ্যার পার্থক্য হয়, কিন্তু প্রোটনের সংখ্যা সমান থাকে বলে মৌলটি অভিন্ন হয়। প্রোটিয়াম ($_1H^1$), ডয়টেরিয়াম ($_1H^2$),

ট্রাইশিয়াম ($_1H^3$ বা $_1T^3$) প্রত্যেকটির পরমাণুতে একটি প্রোটন ও একটি করে ইলেকট্রন আছে, কিন্তু ওদের কেন্দ্রীণে নিউট্রনের সংখ্যা যথাক্রমে শূন্য, এক ও দুই। অতএব প্রোটিয়াম, ডয়টেরিয়াম, ট্রাইশিয়াম হলো সমস্থানিক।

সমস্থানিকসমূহের আনুপাতিক উপস্থিতির ভরসংখ্যার গড় হলো কোন মৌলের পারমাণবিক গুরুত্ব বা ওজন (atomic weight)। অধিকাংশ মৌলের পারমাণবিক গুরুত্ব ভগ্নাংশে হয়। কারণ প্রকৃতিতে প্রাপ্ত যে কোন মৌলই এর কয়েকটি সমস্থানিকের মিশ্রণ। প্রত্যেকটি সমস্থানিকের শতকরা ভাগ মোটামুটি নির্দিষ্ট। সুতরাং সমস্থানিকসমূহের আনুপাতিক ভরের গড়ই রাসায়নিক পদ্ধতিতে নির্ণয় করা হয়। সুতরাং প্রাপ্ত ভরের মান ভগ্নাংশে হয়। প্রকৃতিতে তিনটি অক্সিজেনের সমস্থানিক পাওয়া যায়, যাদের আনুমানিক শতকরা ভাগ

যথাক্রমে $O^{16} = 99{\cdot}757$, $O^{17} = 0{\cdot}039$ এবং $O^{18} = 0{\cdot}204$। সুতরাং সমস্থানিকগুলির আনুপাতিক গড় ভর হবে

$$\frac{16\times 99{\cdot}757 + 17\times 0{\cdot}039 + 18\times 0{\cdot}204}{100} = 16{\cdot}00447$$

কোন মৌলের পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক (A) এবং পারমাণবিক ভরসংখ্যা (Z) জানা থাকলে ঐ মৌলের কেন্দ্রীণে অবস্থিত নিউট্রনের সংখ্যা (n) নিচের সমীকরণ দিয়ে সহজে বার করা যায়

$$n = Z - A$$

পরমাণুতে অবস্থিত ইলেকট্রনগুলি ইলেকট্রন মহলে এলোমেলোভাবে ঘোরে না। ইলেকট্রনগুলি ইলেকট্রন মহলে কতকগুলি সুনির্দিষ্ট কক্ষপথে কেন্দ্রীণের চারদিকে প্রচণ্ড বেগে আবর্তিত হয়। এই কক্ষপথগুলিকে যথাক্রমে **K, L, M, N** নামে অভিহিত করা হয়। K কক্ষপথটি কেন্দ্রীণের সবচেয়ে কাছে এবং তারপর ক্রমান্বয়ে **L, M, N** ইত্যাদি। প্রতিটি কক্ষে অবস্থিত ইলেক-

ট্রনের শক্তির মাত্রা সমান নয়। কেন্দ্রীণ থেকে যে কক্ষ যত দূরে সেই কক্ষে অবস্থিত ইলেকট্রনের শক্তির মাত্রাও তত বেশী। K কক্ষপথ ছাড়া অন্যান্য কক্ষে অবস্থিত ইলেকট্রনের শক্তির মাত্রার পার্থক্য থাকায় অন্যান্য কক্ষগুলিকে কতকগুলি উপস্তরে বা অনুস্তরে (sublevel) ভাগ করা হয়—যেমন s, p, d, f ইত্যাদি। K কক্ষটি কেবলমাত্র s উপস্তর দিয়ে গঠিত, কিন্তু L কক্ষটি s ও p দিয়ে, M কক্ষটি s, p ও d দিয়ে এবং N কক্ষটি $s, p, d,$ ও f উপস্তর দিয়ে গঠিত। প্রত্যেকটি উপস্তরে ইলেকট্রন রাখার সর্বোচ্চ সংখ্যা নির্দিষ্ট। যেমন s উপস্তরে 2টি, p-তে 6টি, d-তে 10টি এবং f-এ 14টি ইলেকট্রন থাকতে পারে। সুতরাং K কক্ষে সর্বোচ্চ 2টি, L কক্ষে মোট $(2+6) = 8$টি, M-এ $(2+6+10) = 18$টি এবং N-এ $(2+6+10+14) = 32$টি ইলেকট্রন থাকতে পারে। K, L, M, N কক্ষে অবস্থিত ইলেকট্রনকে মুখ্য কোয়াণ্টাম অবস্থা (Principal Quantum State) বলে। K, L, M, N কক্ষে অবস্থিত ইলেকট্রনের মুখ্য কোয়াণ্টাম সংখ্যা (n) যথাক্রমে 1, 2, 3, 4।

পরমাণুর পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক ক্রমাগত বৃদ্ধিতে ইলেকট্রন মহলেও ক্রমাগত ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি পাবে। ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধিতে ইলেকট্রনগুলি যে কোন কক্ষে ইচ্ছামত থাকতে পারে না। সাধারণ নিয়মানুযায়ী ধীরে ধীরে নিম্নতম শক্তির স্থান থেকে উচ্চতর শক্তির স্থান অধিকার করে। অর্থাৎ কেন্দ্রীণের নিকটতম কক্ষ থেকে ইলেকট্রন পূরণ হতে থাকে। কারণ যে কক্ষ কেন্দ্রীণের যত নিকটে অবস্থিত তার শক্তির মাত্রাও তত কম। সুতরাং K কক্ষের s উপস্তর পূরণ হবার পর L কক্ষের s উপস্তর আগে এবং পরে p উপস্তর পূরণ হবে। সেভাবে M কক্ষের প্রথমে s, পরে p এবং তারপর d উপস্তর পূরণ হবে। যে সব মৌলের কক্ষ এই নিয়মে পূরণ হয় তাদের সাধারণ মৌল বলে। যেমন হাইড্রোজেন, হিলিয়াম, সোডিয়াম, ক্লোরিন ইত্যাদি।

এই নিয়ম সকল মৌলের ক্ষেত্রে খাটে না। অনেক সময় ভারী মৌলের ক্ষেত্রে ভিতরের d উপস্তর অপূর্ণ থাকলেও বাইরের 's' উপস্তরে ইলেকট্রন যেতে পারে। তবে সেক্ষেত্রে সর্ববহিস্তরে দুটির বেশী ইলেকট্রন থাকতে পারবে না। এই রকম মৌল যাদের ভিতরের স্তরে ইলেকট্রন সম্পূর্ণ ভর্তি না হয়েও বাইরের স্তরে ইলেকট্রন স্থান নিতে পারে, তাদের সন্ধিগত মৌল বা

ট্রান্‌জিশন্যাল মৌল (transitional element) বলে। যেমন লোহা, নিকেল, ক্রোমিয়াম ইত্যাদি।

আবার অনেক মৌলের ভিতরের d অণুস্তরের সঙ্গে f অণুস্তরও পূর্ণ না হয়ে সবচেয়ে বাইরের স্তরের s অণুস্তরে ইলেকট্রন স্থান নিতে পারে। সে সব মৌলকে ইনার ট্রানজিশন্যাল (inner transitional) মৌল বলে। যেমন বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর (rare earths) মৌল ও অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌলসমূহ।

যে কোন পরমাণুর আয়তন হবে ঐ পরমাণুর সর্ববহিস্থ ইলেকট্রন যে আয়তনের মধ্যে আবর্তিত হচ্ছে সেই আয়তনটি। পরমাণুর আয়তনের অতি অল্প জায়গা জুড়ে আছে কেন্দ্রীণ। ইলেকট্রনের ভর নগণ্য বলে কোন পরমাণুর ভর কেন্দ্রীণের ভরের সঙ্গে সমান। আবার ইলেকট্রনগুলি কেন্দ্রীণের চারপাশে প্রচণ্ডবেগে আবর্তিত হচ্ছে। সুতরাং পরমাণুর অধিকাংশ স্থানই শূন্য বা ফাঁকা; অনেকটা ঠিক সৌরমণ্ডলের মত। সূর্য সৌরমণ্ডলের কেন্দ্রে আছে আর গ্রহ-নক্ষত্রগুলি সূর্যকে কেন্দ্র করে আবর্তিত হচ্ছে – যেমন ইলেকট্রনগুলি কেন্দ্রীণকে কেন্দ্র করে আবর্তিত হয়। সৌরমণ্ডলের বেশীর ভাগ জায়গা যেমন ফাঁকা আছে পরমাণুর ক্ষেত্রেও তাই।

যদিও পরমাণুর অধিকাংশ স্থান ফাঁকা, তবুও পরমাণুকে অন্য পরমাণু বা পরমাণুর তুলনায় কোন বড় বস্তু দিয়ে ভেদ করা যায় না। কারণ ইলেকট্রন-গুলি অতি প্রচণ্ড বেগে আবর্তিত হওয়ার জন্য সবকিছুকে এই ইলেকট্রনগুলি পারমাণবিক আয়তনের বাইরে রেখে দেয়।

কিন্তু কোন পরমাণুর তুলনায় ছোট বস্তু যেমন ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন বা ছোট পরমাণু দিয়ে পরমাণুকে ভেদ করা যায় এবং পরমাণুর কেন্দ্রীণকে আঘাত করা যায়। সেক্ষেত্রে যে বস্তু দিয়ে আঘাত করা হবে তার একটা নির্দিষ্ট গতিবেগ থাকা অবশ্যই দরকার।

কেন্দ্রীণের আয়তন বড় হলে আঘাত করা সহজ হয়। অর্থাৎ উচ্চ আণবিক ভরবিশিষ্ট পরমাণুর কেন্দ্রীণকে আঘাত করা অপেক্ষাকৃত সহজ। আঘাত যদি প্রবল হয় তবে কেন্দ্রীণ ভেঙ্গে যেতে পারে। সেক্ষেত্রে কম পারমাণবিক ভরবিশিষ্ট পরমাণু তৈরী হবে এবং অনেক ক্ষেত্রে কেন্দ্রীণ থেকে নিউট্রন বেড়িয়ে আসতে পারে, যারা আবার অন্য পরমাণুব কেন্দ্রীণকে আঘাত করতে পারে। এতে একই রকম ফল পাওয়া যেতে পারে। ফলে নতুন ধর্ম-

বিশিষ্ট পরমাণু তৈরী হয়। অর্থাৎ একটি মৌল থেকে অন্য মৌল প্রস্তুত সম্ভব। এই বিক্রিয়াকে নিউক্লিয়ার (nuclear) বিক্রিয়া বলে।

নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় অনেক সময় প্রচণ্ড শক্তি সম্পন্ন রশ্মি এবং তাপ শক্তি নির্গত হয়। এতে পরমাণুর ভরের কিছু অংশ সম্পূর্ণভাবে তাপশক্তিতে পরিণত হয়। আমরা জানি কোন বস্তু যদি সম্পূর্ণরূপে শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, সেক্ষেত্রে যে শক্তি পাওয়া যাবে তাকে আইনস্টাইনের সমীকরণ $E=mc^2$ থেকে বার করা যায়। E = শক্তি, m = বস্তুর ভর এবং c = আলোর গতি প্রতি সেকেণ্ডে। যেহেতু আলোর গতি প্রচণ্ড অর্থাৎ c-এর মান বড়। অতএব সামান্য বস্তুকে শক্তিতে পরিণত করা গেলে তার থেকে প্রচণ্ড শক্তি নির্গত হবে।

অনেক সময় অধিক পারমাণবিক ভরবিশিষ্ট মৌল বা তাদের লবণ থেকে অনর্গল এবং স্বতঃস্ফূর্তভাবে সব নিয়ন্ত্রণ উপেক্ষাকারী অদৃশ্য রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে তেজস্ক্রিয়তা (radio activity) এবং ঐ বস্তুটিকে তেজস্ক্রিয় পদার্থ (radio active substance) বলে। রেডিয়াম, পোলনিয়াম, ইউরেনিয়াম ইত্যাদি মৌল এবং তাদের লবণগুলি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে তিন প্রকার রশ্মি নির্গত হয় — যেমন α (আল্ফা), β (বিটা) এবং γ (গামা) রশ্মি। α-রশ্মি ধনাত্মক আধানযুক্ত (positively charged) কণা এবং এটি দুটি ধনাত্মক আধানযুক্ত হিলিয়াম আয়ন। α-রশ্মির গতি আলোর গতির এক-দশমাংশ এবং ভর হিলিয়াম পরমাণুর (আয়নের) ভরের সঙ্গে সমান। α-রশ্মির ভরগতি বা মোমেণ্টাম (momentum) অত্যন্ত বেশী। α-রশ্মি পাতলা ধাতব পাত ভেদ করে চলে যেতে পারে এবং মাধ্যমকে আয়নিত করতে পারে।

β-রশ্মি ঋণাত্মক তড়িৎধর্মী কণা। এটির ভর ও ধর্ম ইলেকট্রনের ধর্মের ন্যায়। β-রশ্মির **বেধন** (penetration) করার ক্ষমতা α-রশ্মির থেকে বেশী এবং গতিশক্তিও α-রশ্মি থেকে অনেক বেশী। β-রশ্মিও মাধ্যমকে আয়নিত করতে পারে।

γ-রশ্মিতে কোন কণা নেই। এটি ছোট দৈর্ঘ্যের তরঙ্গের তরঙ্গ-প্রবাহ মাত্র। এর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য রঞ্জন রশ্মি (x-ray) অপেক্ষা অনেক কম। γ-রশ্মি মাধ্যমকে আয়নিত করতে পারে না ; কিন্তু এর **বেধন** ক্ষমতা সবচেয়ে বেশী।

তেজস্ক্রিয়তা মৌলের পরমাণুর কেন্দ্রীণের ঘটনা। কেন্দ্রীণ থেকে α, β, γ-রশ্মি নির্গত হয়। কিন্তু পরমাণুর কেন্দ্রীণে ইলেকট্রনের অস্তিত্ব নেই,

তবুও β-রশ্মি নির্গত হয়। এর কারণ হলো একটি নিউট্রন প্রোটনে পরিবর্তিত হয়ে একটি ইলেকট্রন বর্জন করে। α, β-রশ্মি নির্গত হবার পর কেন্দ্রীণে অতিরিক্ত শক্তি যা সঞ্চিত হয় তা γ-রশ্মি রূপে নির্গত হয়।

তেজস্ক্রিয় মৌলের বৈশিষ্ট্য :—(১) তেজস্ক্রিয় মৌলের কেন্দ্রীণ অস্থায়ী, (২) তেজস্ক্রিয় মৌলের কেন্দ্রীণ ভেঙ্গে নতুন মৌল সৃষ্টি হয়, (৩) α, β-রশ্মি কেন্দ্রীণ থেকে নির্গত হয়, (৪) γ-রশ্মি কেন্দ্রীণের বিভাজণের পরোক্ষ কারণ থেকে নির্গত হয়।

কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর কেন্দ্রীণ থেকে α-কণা নির্গত হলে ঐ মৌলের পারমাণবিক ভর চার একক কম হবে এবং পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক দুই একক কম হবে। মৌলের পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক পরিবর্তিত হয় বলে নতুন মৌল সৃষ্টি হয়।

কিন্তু কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর কেন্দ্রীণ থেকে β-কণা নির্গত হলে বস্তুটির পারমাণবিক ভরের কোনরূপ পরিবর্তন হয় না, কিন্তু ওর পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক এক একক বৃদ্ধি পায়। ফলে নতুন মৌল সৃষ্টি হয়। β-কাণা নির্গত হওয়ার আগে ও পরে মৌলগুলির পারমাণবিক ভর একই থাকে। এদের আইসোবার (isober) বলে। একই পারমাণবিক ভরবিশিষ্ট বিভিন্ন মৌলকে আইসোবার বলে।

কোন মৌল থেকে একটি α-কণা ও দুটি β-কণা নির্গত হলে মৌলটির পারমাণবিক ভর চার একক কম হবে, কিন্তু পারমাণবিক ক্রমাঙ্কের কোন পরিবর্তন হয় না। অতএব মৌলটি ঠিকই থাকে, কিন্তু পারমাণবিক ভরের পরিবর্তন হওয়ার জন্যে পদার্থ দুটি সমস্থানিক হয়।

তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে α, β, γ-রশ্মি ক্রমাগত নির্গত হয় না। কোন এক সময় তেজস্ক্রিয়তা বন্ধ হয়ে যায় এবং তেজস্ক্রিয় বিহীন স্থায়ী মৌলে পরিণত হয়। একে শেষ পদার্থ (end product) বলে।

প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ইউরেনিয়াম I (যার পারমাণবিক ভর 238 এবং পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক 92 অর্থাৎ $_{92}UI^{238}$) থেকে α-কণা নির্গত হলে এটি ইউরেনিয়াম X_1-এ পরিণত হয়। যার পাঃ ভর 234 এবং পাঃ ক্রমাঙ্ক 90 হবে অর্থাৎ $_{90}UX_1{}^{234}$। এই $_{90}UX_1{}^{234}$ থেকে একটি β-কণা নির্গত হলে $_{91}UX_2{}^{234}$ মৌলে পরিণত হয়, যার থেকে আবার β-কণা নির্গত হলে $_{92}UII^{234}$ সৃষ্টি হয়। $_{90}UX_1{}^{234}$, $_{91}UX_2{}^{234}$, $_{92}UII^{235}$ মৌল

তিনটি আইসোবার এবং $_{92}UI^{238}$ ও $_{92}UII^{234}$ মৌল দুইটি একই মৌল কিন্তু পাঃ ভরের পার্থক্য হওয়ায় $_{92}UI^{238}$ ও $_{92}UII^{234}$ সমস্থানিক মৌল। UII মৌলটিও তেজস্ক্রিয় পদার্থ। UII মৌলের তেজস্ক্রিয় বিকিরণের ফলে অন্যান্য তেজস্ক্রিয় মৌল উৎপন্ন হয় এবং পরিশেষে রেডিয়াম G (RaG) নামে তেজস্ক্রিয় মৌলে অর্থাৎ শেষ পদার্থে পরিণত হয়। এই রেডিয়াম G-এরপারমাণবিক ক্রমাঙ্ক 82 এবং পারমাণবিক গুরুত্ব 206.। RaG ও সীসে (lead) একই বস্তু।

কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের পূর্ণ জীবনকাল অসীম দীর্ঘ। তার জন্যে কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের পূর্ণজীবনকাল মাপা হয় না। কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের

পূর্ণজীবনকাল বলতে আমরা বুঝি যে, সেই মৌলটি হবার পর থেকে যতদিন পর্যন্ত ঐ মৌলটির তেজস্ক্রিয়তা থাকবে ততদিন। কিন্তু কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধজীবনকাল মাপা অনেক সহজ। কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধজীবনকাল বলতে আমরা বুঝবো যে, কোন এক সময় কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের যে গাঢ়ত্ব ছিল, তেজস্ক্রিয় বিকিরণের ফলে তার অর্ধেক গাঢ়ত্বে পৌছাতে যে সময় লাগবে সেই সময়। অর্থাৎ কোন এক সময় কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের যতগুলি পরমাণু ছিল তেজস্ক্রিয় বিকিরণের ফলে তার অর্ধেক সংখ্যক পরমাণুতে পরিণত হতে যে সময় লাগবে সেই সময়কে অর্ধজীবনকাল বলে। কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের প্রাথমিক গাঢ়ত্ব যা হোক না কেন ওর অর্ধজীবনকাল সব সময় সমান হবে। তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধজীবনকাল $t_{\frac{1}{2}}$ দিয়ে প্রকাশ করা হয়। রেডিয়ামের $t_{\frac{1}{2}}$ 1620 বছর এবং ইউরেনিয়ামের ($_{92}UI^{238}$) $t_{\frac{1}{2}}$ $4{\cdot}5 \times 10^{9}$ বছর।

কোন কোন স্থায়ী মৌলকে কৃত্রিম উপায়ে তেজস্ক্রিয় মৌলে পরিণত করা সম্ভব। 1934 খ্রীষ্টাব্দে আইরিন কুরী (Irene Curie) এবং এম জোলিও (M. Joliot) বোরন ও অ্যালুমিনিয়াম পরমাণুর কেন্দ্রীণকে α-কণা

দিয়ে আঘাত করে পরমাণুগুলিকে অস্থায়ী করে তোলেন। বোরণ ও-α কণার বিক্রিয়ায় প্রথমে 13 পাঃ ভরবিশিষ্ট নাইট্রোজেন $_7N^{13}$ এবং একটি নিউট্রন উৎপন্ন হয়। কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত এই নাইট্রোজেন ($_7N^{13}$) একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। $_7N^{13}$ পরমাণুর $t_{\frac{1}{2}}$ মাত্র 9·9 মিনিট এবং এই $_7N^{13}$ পরমাণু একটি পজিট্রন (positron) পরিত্যাগ করে 13 পাঃ ভর-বিশিষ্ট কার্বন পরমাণুতে পরিণত হয়। একটি পজিট্রন এক একক ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট কণা যার ভর ইলেট্রনের ভরের সঙ্গে সমান অর্থাৎ পজিট্রন ইলেকট্রনের বিপরীত কণা। তেমনি অ্যালুমিনিয়ামের উপর α-কণা বিক্রিয়ায় তেজস্ক্রিয় ফসফরাস $_{15}P^{30}$ (যার পাঃ ভর 30) এবং নিউট্রন উৎপন্ন হয়। $_{15}P^{30}$-এর $t_{\frac{1}{2}}$ মাত্র 3·2 মিনিট। এই $_{15}P^{30}$ একটি পজিট্রন পরিত্যাগ করে সিলিকনে (যার পাঃ ভর 30) পরিণত হয় অর্থাৎ $_{14}Si^{30}$-এ পরিণত হয়।

সমসংখ্যক নিউট্রনবিশিষ্ট বিভিন্ন মৌলকে আইসোটোন (isotone) বলে। ট্রাইশিয়াম ($_1H^3$) ও হিলিয়াম ($_2He^4$) পরমাণুকে আই-সোটোন বলে, কারণ উভয় মৌলের পরমাণুর কেন্দ্রীণে দুটি করে নিউট্রন আছে।

তৃতীয় অধ্যায়

পর্যায় সারণী

বিজ্ঞানের অগ্রগতির সঙ্গে সঙ্গে নতুন নতুন মৌল আবিষ্কৃত হতে লাগলো। আর বিজ্ঞানীরা এই সব মৌলদের ধর্ম অনুযায়ী শ্রেণীবদ্ধ করতে চেষ্টায় লাগলেন। প্রথমদিকে মৌলগুলিকে ধাতু এবং অধাতু এই দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হতো। আবার অনেক মৌলের সন্ধান পাওয়া গেল—যাদের ধাতু বা অধাতু কোন ধর্মই স্পষ্ট নয়।

1817 খ্রীষ্টাব্দে জার্মান বিজ্ঞানী ডোবেরাইনার (Dobereiner) সমধর্মী মৌলের পারমাণবিক গুরুত্বের মধ্যে একটা শৃঙ্খলা লক্ষ্য করেন এবং দেখান যে সমধর্মী তিনটি মৌলকে তাদের পাঃ গুরুত্ব বৃদ্ধির ক্রম অনুযায়ী সাজালে মধ্যবর্তী মৌলটির পাঃ গুরুত্ব প্রান্ত মৌল দুইটির পাঃ গুরুত্বের গড়ের সমান। উদাহরণ হলো—

লিথিয়াম—6·9	ক্যালসিয়াম—40	ক্লোরিন—35·5
সোডিয়াম—23	স্ট্রনশিয়াম— 88	ব্রোমিন—80
পটাশিয়াম—39	বেরিয়াম— 137	আয়োডিন—127

এই সূত্রটির তিনি নাম দেন ত্রয়ী সূত্র। ত্রয়ী সূত্র সকল মৌলের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়।

এরপর 1864 খ্রীষ্টাব্দে নিউল্যাণ্ড (Newland) বলেন যে, মৌলগুলিকে তাদের পাঃ গুরুত্ব বৃদ্ধির ক্রম অনুযায়ী সাজালে যে কোন মৌল থেকে আরম্ভ করে ঠিক পরবর্তী অষ্টম মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম ঠিক প্রথমটির অনুরূপ। এই সূত্রটির তিনি নাম দেন অষ্টক সূত্র (law of octaves)। প্রতি অষ্টম মৌলের ক্ষেত্রে এরূপ সমধর্মী মৌলের পুনরাবর্তন অনেকটা গানের সুর সপ্তকের ন্যায় বলে অনেকে নিউল্যাণ্ডকে উপহাস করতেন।

H 1	Li 2	Be 3	B 4	C 5	N 6	O 7
F 8	Na 9	Mg 10	Al 11	Si 12	P 13	S 14
Cl 15	K 16	Ca 17	Cr 18	Ti 19	Mn 20	Fe 21

লিথিয়াম ও অক্সিজেনের অষ্টম মৌল যথাক্রমে সোডিয়াম ও সালফার লিথিয়ামের সঙ্গে সোডিয়ামের এবং অক্সিজেনের সঙ্গে সালফারের ধর্মের অনেক মিল আছে।

বিভিন্ন মৌলের প্রকৃতি এবং ওদের যৌগের রাসায়নিক ধর্মের তুলনামূলক পরীক্ষার পর রুশ দেশীয় বিজ্ঞানী ডিমিত্রি মেণ্ডেলিফ (Dimitri Mendeleff) লক্ষ্য করেন যে, মৌলগুলিকে তাদের পাঃ গুরুত্ব বৃদ্ধির ক্রম অনুযায়ী সাজালে মৌলগুলির ধর্মের পুনরাবর্তন পরিলক্ষিত হয়। একে মেণ্ডেলিফের পর্যায় সূত্র (Periodic law) বলে। এই সূত্রানুযায়ী মৌলের যে শ্রেণীবদ্ধ তালিকা পাওয়া যায় তাকে পর্যায় সারণী (Periodic table) বলে। এই সারণীটিকে কতকগুলি অনুভূমিক (horizontal) ও উলম্ব (vertical) শ্রেণীতে ভাগ করা যায়। অনুভূমিক পংক্তিকে পর্যায় (periods) এবং উলম্ব শ্রেণীকে গ্রুপ বা শ্রেণী বলে।

মেণ্ডেলিফের পর্যায় সারণীর আধুনিক সংস্করণে প্রথম থেকে অষ্টম ও শূন্য শ্রেণী মোট নটি শ্রেণী আছে এবং মোট সাতটি পর্যায় আছে। পর্যায় সারণীর আধুনিক সংস্করণে পাঃ গুরুত্বের বৃদ্ধির ক্রমানুসারে না সাজিয়ে পাঃ ক্রমাঙ্ক বৃদ্ধির ক্রমানুসারে সাজানো হয়। এতে অনেক ত্রুটি মুক্ত করা গেছে।

প্রথম পর্যায়ে হাইড্রোজেন ও নিষ্ক্রিয় গ্যাস হিলিয়াম আছে। দ্বিতীয় পর্যায়ে লিথিয়ামে (ক্ষারীয় ধাতু) আরম্ভ এবং নিষ্ক্রিয় গ্যাস নিয়নে শেষ এবং তৃতীয় পর্যায় সোডিয়ামে (ক্ষারীয় ধাতু) আরম্ভ এবং নিষ্ক্রিয় গাস আরগনে শেষ। দ্বিতীয় ও তৃতীয় পর্যায়ে আটটি করে মৌল আছে। চতুর্থ পর্যায়ে পটাশিয়াম (ক্ষারীয় ধাতু) আরম্ভ এবং নিষ্ক্রিয় গ্যাস ক্রিপ্টনে শেষ। পঞ্চম পর্যায় রুবিডিয়ামে (ক্ষারীয় ধাতু) আরম্ভ এবং জিননে (নিষ্ক্রিয় গ্যাস) শেষ। চতুর্থ ও পঞ্চম পর্যায়ে আঠারোটি করে মৌল আছে। ষষ্ঠ পর্যায়ে সিজিয়ামে (ক্ষারীয় ধাতু) আরম্ভ এবং র‍্যাডনে (নিষ্ক্রিয় গ্যাস) শেষ। এই পর্যায়ে 32টি মৌল আছে। সপ্তম পর্যায়টি অসম্পূর্ণ, এতে 17টি মৌল আছে। এটি ফ্রান্সিয়ামে (ক্ষারীয় ধাতু) আরম্ভ এবং লরেন্সিয়ামে শেষ। পর্যায় সারণীতে এখন পর্যন্ত মোট 103টি মৌল আছে।

চতুর্থ পর্যায়ে স্ক্যানডিয়াম ($_{21}Sc$) থেকে জিঙ্ক ($_{30}Zn$) পর্যন্ত দশটি মৌল শ্রেণীকে প্রথম সন্ধিগত মৌল বলে। প্রথম পর্যায়ে ইট্রিয়াম ($_{39}Y$) থেকে ক্যাডমিয়াম ($_{48}Cd$) পর্যন্ত দশটি মৌল শ্রেণীকে দ্বিতীয় সন্ধিগত মৌল

মেণ্ডেলিয়েফের পর্যায় সারণী

← শ্রেণী →

পর্যায় ↓	I (a / b)	II (a / b)	III (a / b)	IV (a / b)	V (a / b)	VI (a / b)	VII (a / b)	VIII	O
1	H 1 1.008								He 2 4.0026
2	Li 3 6.939	Be 4 9 0	B 5 10.82	C 6 12.011	N 7 14.007	O 8 16.000	F 9 19.0		Ne 10 20.183
3	Na 11 22.999	Mg 12 24.312	Al 13 26.98	Si 14 28.09	P 15 30.974	S 16 32.066	Cl 17 35.457		A 18 39.944
4	K 19 32.102 Cu 29 63.54	Ca 20 40.08 Zn 30 65.38	Sc 21 44.96 Ga 31 69.72	Ti 22 47.9 Ge 32 72.59	V 23 50.95 As 33 74.92	Cr 24 52.01 Se 34 78.96	Mn 25 54.94 Br 35 79.916	Fe 26 Co 27 Ni 28 55.85 58.94 58.71	Kr 36 83.8
5	Rb 37 85.48 Ag 47 107.88	Sr 38 87.63 Cd 48 112.41	Y 39 88.92 In 49 114.82	Zr 40 91.22 Sn 50 118.69	Nb 41 92.91 Sb 51 121.76	Mo 42 95.95 Te 52 127.6	Tc 43 99 I 53 126.904	Ru 44 Rh 45 Pd 46 101.07 102.905 106.4	Xe 54 131.3
6	Cs 55 132.91 Au 79 196.967	Ba 56 137.36 Hg 80 200.59	*La 57 138.92 Tl 81 204.39	Hf 72 178.49 Pb 82 207.21	Ta 73 180.948 Bi 83 208.98	W 74 183.86 Po 84 210	Re 75 186.22 At 85 210	Os 76 Ir 77 Pt 78 190.2 192.2 195.09	Rn 86 222
7	Fr 87 223	Ra 88 226.05	**Ac 89 227						

* বিরল মৃত্তিকা শ্রেণী	Ce 58 140.12	Pr 59 140.91	Nd 60 144.24	Pm 61 147	Sm 62 150.35	Eu 63 151.96	Gd 64 157.25	Tb 65 158.92	Dy 66 162.5	Ho 67 164.93	Er 68 167.26	Tm 69 168.94	Yb 70 173 04	Lu 71 174.97
** অ্যাক্টিনাইড শ্রেণী	Th 90 232	Pa 91 231	U 92 238.07	Np 93 237	Pu 94 242	Am 95 243	Cm 96 245	Bk 97 249	Cf 98 252	Es 99 255	Fm 100 255	Md 101 256	No 102 253	Lr 103 257

বলে। ষষ্ঠ পর্যায়ে ল্যান্থানাম ($_{57}La$) থেকে পারদ ($_{80}Hg$) পর্যন্ত 24টি মৌল শ্রেণীকে তৃতীয় সন্ধিগত মৌল শ্রেণী বলে। এদের মধ্যে আবার সেরিয়াম ($_{58}Ce$) থেকে লুটেসিয়াম ($_{71}Lu$)পর্যন্ত 14টি মৌল শ্রেণীকে বিরলমৃত্তিকা (rare earth) বা ল্যান্থানাইড (lanthanide) শ্রেণীর মৌল বলে। ল্যান্থানাইড শ্রেণীর মৌলের অনুরূপ সপ্তম পর্যায়ে থোরিয়াম ($_{90}Th$) থেকে লরেন্সিয়াম ($_{103}Lr$) পর্যন্ত 14টি মৌল শ্রেণীকে অ্যাক্টিনাইড (actinide) শ্রেণীর মৌল বলে। ইউরেনিয়ামের ($_{92}U$) পরের মৌলগুলিকে কৃত্রিম উপায়ে পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করা হয়েছে। এদের প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। অবশ্য নেপচুনিয়াম ($_{93}Np$) ও প্লুটোনিয়াম ($_{94}Pu$)-কে অতি অতি নগণ্য পরিমাণে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। ইউরেনিয়ামের পরবর্তী মৌলকে ইউরেনিয়ামোত্তর মৌল (transuranic clements) বলে।

পর্যায় সারণীর উল্লম্ব সারিতে (শ্রেণী বা গ্রুপ) রাসায়নিক সমধর্মী মৌল-গুলি অবস্থান করে। I থেকে VIII ও শূন্য শ্রেণী মোট নটি শ্রেণী আছে। I থেকে VII প্রত্যেক শ্রেণীকে a ও b ছটি উপশ্রেণীতে ভাগ করা আছে। VIII ও শূন্য শ্রেণীর কোন উপশ্রেণী নেই। বড় পর্যায়ে অবস্থিত সন্ধিগত মৌল-সমূহের অবস্থান পৃথকভাবে দেখানোর জন্যে শ্রেণীগুলিকে উপশ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছে। প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় পর্যায়ে কোন সন্ধিগত মৌল নেই। অতএব এই পর্যায়গুলিতে উপশ্রেণীও নেই।

শূন্য শ্রেণীতে অবস্থিত হিলিয়াম, নিয়ন, আরগন, ক্রিপ্টন, জিনন ও র‍্যাডনকে নিষ্ক্রিয় গ্যাস বলে।

দ্বিতীয়, তৃতীয় পর্যায়ে I শ্রেণীর মৌল এবং চতুর্থ, পঞ্চম, ষষ্ঠ ও সপ্তম পর্যায়ে Ia উপশ্রেণীর মৌল লিথিয়াম, সোডিয়াম, পটাশিয়াম, রুবিডিয়াম, সিজিয়াম ও ফ্রান্সিয়াম ধাতুকে ক্ষারীয় ধাতু বলে। Ib উপশ্রেণীর অন্তর্গত তামা, রূপা, সোনাকে মুদ্রা ধাতু (coinage metal) বলে। কারণ এগুলি দিয়ে আগে মুদ্রা প্রস্তুত করা হতো। VIIb উপশ্রেণীর মৌল ফ্লোরিন, ক্লোরিন ব্রোমিন, আয়োডিন ও অ্যাস্টাটিনকে হ্যালোজেন (halogen) বলে। hals মানে সমুদ্রলবণ, gen মানে প্রস্তুতকারক। ক্লোরিন ব্রোমিন ও আয়োডিনকে সমুদ্র জলে (যৌগ লবণ) হিসেবে পাওয়া যায়। VIII শ্রেণীর তিনটি পর্যায়ে তিনটি করে মোট নটি মৌল আছে।

পর্যায় সারণী হওয়াতে মৌলগুলির ধর্মের অধ্যয়ন সহজতর হয়েছে।

দীর্ঘ পর্যায় সারণী

← শ্রেণী →

← পর্যায় →

	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIII			Ib	IIb	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	O
1	H 1																	He 2
2	Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
3	Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	A 18
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
6	Cs 55	Ba 56	*La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
7	Fr 87	Ra 88	**Ac 89															

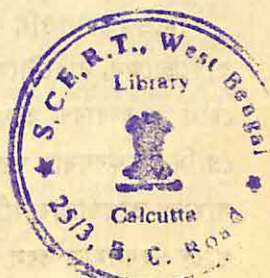
* বিরল মৃত্তিকা শ্রেণী	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62.	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
** অ্যাক্টিনাইড শ্রেণী	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103

অনেক মৌলের পাঃ ভর সংশোধন করা সম্ভব হয়েছে এবং মেণ্ডেলিফ নিজে বেরিলিয়াম ইণ্ডিয়াম ধাতুর পাঃ ভর সংশোধন করেন। মেণ্ডেলিফ যখন পর্যায় সারণী প্রকাশ করেন তখন সব মৌল আবিষ্কৃত হয়নি। ফলে তিনি ঐ সকল অনাবিষ্কৃত মৌলের স্থান পর্যায় সারণীতে খালি রেখেই ক্ষান্ত হননি, উপরন্তু ঐ সকল মৌলের পাঃ ভর ও ধর্মের সম্বন্ধে ভবিষ্যৎবাণী করেন। পরে যখন ঐ সকল মৌল আবিষ্কৃত হলো তখন মেণ্ডেলিফের ভবিষ্যৎবাণীর সঙ্গে ঐ সকল মৌলের ধর্ম আশ্চর্যজনকভাবে মিলে গেল। মেণ্ডেলিফ ঐ সকল মৌলের নাম দেন একা-বোরন, একা-অ্যালুমিনিয়াম ও একা-সিলিকন। আবিষ্কারের পর যাদের নামকরণ হয়েছে যথাক্রমে স্ক্যানডিয়াম ($_{21}Sc$), গ্যালিয়াম ($_{31}Ga$) এবং জার্মেনিয়াম ($_{32}Ge$)।

1865 খ্রীষ্টাব্দে জার্মান বিজ্ঞানী লোদার মেয়ার (Lother Meyer) এক বিশেষ ধরনের পর্যায় সারণী প্রকাশ করেন। তাতে তিনি মৌলের পারমাণবিক আয়তনকে (পারমাণবিক আয়তন = পারমাণবিক গুরুত্ব/ঘনত্ব) পাঃ গুরুত্বের (বা পাঃ ক্রমাঙ্কের) বিপরীতে বসিয়ে তরঙ্গাকার লেখচিত্র (graph) পান। একে লোদার মেয়ারের পারমাণবিক লেখচিত্র বলে। এই লেখচিত্র থেকে বিভিন্ন মৌলের পর্যায় ক্রমে তরঙ্গাকারে আবর্তন পরিষ্কার বোঝা যায়। লেখচিত্রের তরঙ্গশীর্ষে সবচেয়ে হাল্কা মৌল ক্ষারীয় ধাতু আছে এবং তরঙ্গের নিম্নাংশে তেমনি ভারী সন্ধিগত ধাতব মৌল আছে।

একই মৌলের বিভিন্ন পারমাণবিক গুরুত্ব বা ভরবিশিষ্ট সমস্থানিক থাকতে পারে। সুতরাং মৌলের মৌলিক ধর্ম পাঃ ভরের ওপর নির্ভরশীল নয়। পরে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী মোজলে (Moseley) প্রমাণ করেন মৌলের মৌলিক ধর্ম মৌলের পাঃ ক্রমাঙ্কের ওপর নির্ভরশীল। সেজন্যে আজকাল পর্যায় সূত্রকে নতুনভাবে বলা হয় যে মৌলের ভৌতিক ও রাসায়নিক ধর্ম মৌলের পাঃ ক্রমাঙ্কের সঙ্গে পর্যায় ক্রমে পুনরাবৃত্ত হয়। এই সূত্রানুসারে মেণ্ডেলিফের পর্যায় সারণী পরিবর্তিত হয়ে যে দীর্ঘ আকারের সারণী হয় তাকে দীর্ঘ পর্যায় সারণী (long periodic table) বা বোরের সারণী (Bohr's table) বলে। বোর যদিও এই সারণী আবিষ্কার করেননি, কিন্তু তাঁর ইলেকট্রনীয় তত্ত্বের ওপর নির্ভর করে এই সারণীটি করা হয়েছে।

এই বোরের সারণীতে সাতটি পর্যায় আছে এবং পর্যায়গুলিতে যথাক্রমে 2, 8, 8, 18, 18, 32, 17টি করে মৌল আছে (মেণ্ডেলিফের পর্যায়ের

ন্যায়)। এই সারণীতে Ia থেকে VIIa, VIII, Ib থেকে VIIb এবং শূন্য শ্রেণী (উল্লম্ব শ্রেণী) যথাক্রমে পর পর আছে। ষষ্ঠ পর্যায়ে IIIa উলম্ব শ্রেণীতে ল্যান্থানামের সঙ্গে সেরিয়াম ($_{58}Ce$) থেকে লুটেসিয়াম ($_{71}Lu$) এই চোদ্দটি মৌল একসঙ্গে একটি ঘরে আছে। তেমনি সপ্তম পর্যায়ে অ্যাক্টিনিয়ামের সঙ্গে থোরিয়াম ($_{90}Th$) থেকে লরেন্সিয়াম ($_{103}Lr$) পর্যন্ত 14টি মৌল এক সঙ্গে একটি ঘরে আছে।

চতুর্থ অধ্যায়

মৌলের সম্বন্ধে কিছু কথা

প্রকৃতিতে মোট 92টি মৌল পাওয়া যায়। সেটি হাইড্রোজেনে আরম্ভ এবং ইউরেনিয়ামে শেষ। ইউরেনিয়ামের পরে 11টি মৌলকে কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা হয়েছে। এদের প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। যদিও নেপচুনিয়াম ও প্লুটোনিয়ামকে অতি অতি অল্প মাত্রায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

প্রকৃতিতে অবস্থিত এই 92টি মৌলকে সাধারণত তিনভাগে ভাগ করা যায়—যেমন ধাতব, অধাতব ও নিষ্ক্রিয় গ্যাস (মৌল)। মোট 16টি অধাতব মৌল আছে—হাইড্রোজেন, বোরন, কার্বন, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, ফ্লোরিন, সিলিকন, ফসফরাস, সালফার, ক্লোরিন, আর্সেনিক, সেলেনিয়াম, ব্রোমিন, টেলুরিয়াম, আয়োডিন ও অ্যাস্টাটিন। আর হিলিয়াম, নিয়ন, আরগন, ক্রিপ্টন, জিনন ও র‍্যাডন এই ছটি নিষ্ক্রিয় মৌল (গ্যাস)। নিষ্ক্রিয় গ্যাস সাধারণত যৌগ প্রস্তুত করে না অর্থাৎ এরা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় খুবই নিষ্ক্রিয়। এই $(16+6)=22$টি মৌল ছাড়া অন্য 70টি মৌল ধাতব মৌল।

সকল মৌলের মধ্যে সবচেয়ে হাল্কা (কম আপেক্ষিক গুরুত্ব) হলো হাইড্রোজেনের এবং সবচেয়ে বেশী আপেক্ষিক গুরুত্ব হলো অসমিয়ামের (22·48)। প্রকৃতিতে অবস্থিত সবচেয়ে কম এবং সবচেয়ে বেশী পাঃ গুরুত্ব সম্পন্ন মৌল হলো যথাক্রমে হাইড্রোজেন ও ইউরেনিয়াম।

নিষ্ক্রিয় মৌলগুলি সাধারণ তাপমাত্রায় সবই গ্যাসীয় পদার্থ। এছাড়া হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, ফ্লোরিন ও ক্লোরিন এই পাঁচটি অধাতব মৌল ও সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাসীয় পদার্থ এবং অধাতব মৌলের মধ্যে ব্রোমিনই কেবলমাত্র তরল পদার্থ। এছাড়া অন্যান্য 11টি অধাতব মৌল সবগুলি সাধারণ তাপমাত্রায় কঠিন বস্তু। সাধারণ তাপমাত্রায় ধাতব মৌলের মধ্যে পারদ কেবলমাত্র তরল বস্তু এবং অন্যান্য সকল ধাতব মৌল কঠিন পদার্থ।

প্রকৃতিতে সকল মৌলের মধ্যে শতকরা পরিমাণে অক্সিজেনই সবচেয়ে বেশী আছে প্রায় 48·6%। আর সবচেয়ে কম আছে অ্যাস্টাটিন, মাত্র 4×10^{-20}% বা 69 মিলিগ্রাম।

সকল মৌলের মধ্যে কার্বনের (হীরের) গলনাঙ্ক (4500°C) এবং স্ফুটনাঙ্ক রেনিয়ামের (5630°C) সবচেয়ে বেশী। আর সবচেয়ে কম গলনাঙ্ক (−269·7°C) এবং স্ফুটনাঙ্ক (−268·944°C) হলো হিলিয়ামের।

ধাতুর মধ্যে লিথিয়ামের আপেক্ষিক গুরুত্ব সবচেয়ে কম। লোহা, নিকেল ও কোবাল্ট কেবলমাত্র চুম্বকীয় পদার্থ। সকল মৌলের মধ্যে হীরে (কার্বন) ও কেলাসিত বোরন কঠিনতম। সকল মৌলের মধ্যে বোরনের পারমাণবিক আয়তন সবচেয়ে কম এবং ফ্রান্সিয়ামের পারমাণবিক আয়তন সবচেয়ে বেশী এবং ধাতুর মধ্যে লিথিয়ামের পারমাণবিক আয়তন সবচেয়ে কম। তাপ ও তড়িতের সবচেয়ে সুপরিবাহী হলো রূপা। সবচেয়ে বেশী যৌগ দেয় কার্বন। সবচেয়ে নরম ধাতু সিজিয়াম এবং সবচেয়ে বেশী ব্যবহৃত হয় লোহা।

সকল মৌল তড়িৎবাহী বস্তু নয়—যেমন নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহ, নাইট্রোজেন অক্সিজেন, ক্লোরিন, ফসফরাস, সালফার, ক্লোরিন, সেলেনিয়াম, ব্রোমিন, আয়োডিন, অ্যাস্টাটিন, ইট্রিয়াম, টেকনিসিয়াম, স্ক্যানডিয়াম বিদ্যুতের অপরিবাহী। অনেক সময় মৌলের একটি বহুরূপ তড়িৎবাহী কিন্তু অপরটি অপরিবাহী। যেমন কার্বনের গ্রাফাইট বহুরূপটি তড়িৎবাহী, কিন্তু হীরে অপরিবাহী।

প্রথম 101 পাঃ ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট মৌলের মধ্যে ফ্রান্সিয়াম সবচেয়ে অস্থায়ী মৌল। বিসমাথের চেয়ে বেশী পাঃ ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট প্রত্যেকটি মৌলই তেজস্ক্রিয়।

ক্লোরিন সবচেয়ে সক্রিয় (রাসায়নিক বিক্রিয়ায়) মৌল এবং অন্যতম দুর্লভ মৌল ফ্রান্সিয়াম ধাতুর মধ্যে সক্রিয়তমও বটে। গ্যালিয়ামের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের মধ্যে পার্থক্য সবচেয়ে বেশী অর্থাৎ গ্যালিয়াম সুদীর্ঘ তাপমাত্রায় তরল অবস্থায় থাকে।

সকল মৌলের মধ্যে গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের মধ্যে পার্থক্য সবচেয়ে কম হলো হিলিয়ামের, মাত্র 0·756°C।

যে কোন গ্যাসের মধ্যে হিলিয়ামের প্রতিসরণ refraction) সবচেয়ে কম। ক্ষারীয় ধাতুর মধ্যে সবচেয়ে কঠিন ও সবচেয়ে বেশী আপেক্ষিক তাপবিশিষ্ট মৌল হলো লিথিয়াম।

সকল ধাতুর মধ্যে সোনা সবচেয়ে বেশী প্রসার্যশীল ধাতু। সকল ধাতুর মধ্যে বিসমাথের তাপপরিবাহীতা সবচেয়ে কম এবং ডায়াম্যাগনেটিক ধর্ম সবচেয়ে বেশী।

পঞ্চম অধ্যায়

ভূত্বক

এই ভূত্বক (earth's crust) বিভিন্ন মৌল দিয়ে গঠিত। মৌলগুলি ভূত্বকে সবগুলি মুক্ত অবস্থায় থাকে না। কিছু কিছু মৌল ভূত্বকে কেবলমাত্র মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়, কিছু কিছু মৌল কেবলমাত্র যুক্ত অবস্থায় (যৌগ হিসেবে) ভূত্বকে পাওয়া যায়। আবার কিছু কিছু মৌল মুক্ত এবং যুক্ত উভয় অবস্থায় ভূত্বকে পাওয়া যায়। ভূত্বকে এই সকল মৌলের শতকরা ভাগ বিভিন্ন। ভূত্বকের মধ্যে আছে পৃথিবীর 16 কিলোমিটার পর্যন্ত অবস্থিত কঠিন শিলা, সমুদ্র, মহাসমুদ্র ও অভ্যন্তরিণ জলরাশি এবং পৃথিবীর ওপরে অবস্থিত বায়ুমণ্ডল (atmosphere)। পৃথিবীর তাবৎ জলরাশিকে হাইড্রোস্ফেয়ার (hydrosphere) এবং কঠিন শিলাকে লিথো-স্ফেয়ার (lithosphere) বলে। ভূত্বকের (16 কিঃ মিঃ পর্যন্ত) বেশীর ভাগটা জুড়ে আছে লিথোস্ফেয়ার প্রায় 93·06%, তারপর আছে হাইড্রোস্ফেয়ার প্রায় 6·91% এবং অবশিষ্ট 0·03% হলো বায়ুমণ্ডল।

ভূত্বকে বিভিন্ন মৌলের শতকরা পরিমাণ (ওজন) সর্বপ্রথম নির্ণয় করেন মার্কিন বিজ্ঞানী এফ. ডব্লু. ক্লার্ক (F.W.Clarke)। তিনি পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলের, যেমন তুন্দ্রাঞ্চল থেকে আরম্ভ করে উষ্ণঅঞ্চল, বিভিন্ন সাগর, মহাসাগর ও অভ্যন্তরিণ জলরাশি ইত্যাদির 5,500টি নমুনা নিয়ে রাসায়নিক পরীক্ষা করেন এবং বিভিন্ন মৌলের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করেন। এই সুবিশাল কাজে তিনি প্রায় বিশ বছর কাটিয়ে দেন।

ওজন অনুপাতে পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের প্রায় $\frac{3}{4}$ অংশ নাইট্রোজেন (75·31%) এবং প্রায় $\frac{1}{5}$ অংশ অক্সিজেন (22·95%)। এর পরের স্থান নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহের (প্রায় 1·43%)। বায়ুমণ্ডলে জলীয় বাষ্প আছে প্রায় 0·27% এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড 0·03 থেকে 0·04%। বিভিন্ন জায়গায় পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের জলীয় বাষ্প ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ বিভিন্ন হতে পারে, বিশেষ করে জলীয় বাষ্পের এবং সেটি একই জায়গায় বিভিন্ন

ঋতুতে বিভিন্ন হয়। একই জায়গায় তাপমাত্রার প্রভাবে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ হ্রাস-বৃদ্ধি হয়। সাধারণত পৃথিবীর 12 কিলোমিটারের ওপরে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প নেই। যে সব জায়গায় কলকারখানা আছে সেখানকার বায়ুমণ্ডলে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ বেশী হয়। এসব জায়গায় বায়ুতে সালফার ডাই-অক্সাইড ও কার্বন মনোক্সাইড অল্প-বিস্তর পাওয়া যায়, এগুলি আমাদের স্বাস্থ্যের পক্ষে হানিকর। তথাপি বায়ুমণ্ডলের প্রধান প্রধান উপাদানের শতকরা পরিমাণ বায়ুপ্রবাহের দরুন মোটামুটি স্থির থাকে। বায়ুমণ্ডলের ঘনত্ব উচ্চতার সঙ্গে পরিবর্তিত হয়। 100 কিলোমিটার উচ্চে বায়ুমণ্ডলের ঘনত্ব খুবই কম। এখানে হিলিয়াম গ্যাস পাওয়া যায়। বাতাসে মুক্ত হাইড্রোজেন একবারেই নেই। হাই-ড্রোজেনের নিষ্ক্রমণ (escape) গতিবেগ এমন যে, মুক্ত হাইড্রোজেন মহাশূন্যে বিলীন হয়ে গেছে। 200 কিলোমিটার উচ্চে অক্সিজেন, নাইট্রোজেন আয়-নিত (ionized) হয়ে আছে। এত উচ্চতায় অক্সিজেন, নাইট্রোজেনের চাপ অত্যন্ত কম অর্থাৎ পরিমাণে খুবই কম আছে এবং এই দুটি গ্যাস সূর্যের অতিবেগুনী (ultraviolet) রশ্মির প্রভাবে আয়নিত হয়ে থাকে।

ভি. এম. গোল্ডস্মিথ (V. M. Goldschmidt) হাইড্রোস্ফেয়ারে অবস্থিত বিভিন্ন মৌলের শতকরা ওজন পরিমাণ নির্ণয় করেন। এই হাইড্রোস্ফেয়ারের সিংহভাগ দখল করে আছে অক্সিজেন, প্রায় 85·89%; অক্সিজেনের পরের স্থান হলো হাইড্রোজেনের প্রায় 10·82%। এদের পরের স্থানে আছে ক্লোরিন, প্রায় 1·898% এবং সোডিয়াম 1·056%। এই চারটি মৌল একত্রে 99·664% দখল করে আছে। এছাড়াও সমুদ্র ও মহাসমুদ্রের জলে 38টি মৌলের সন্ধান পাওয়া গেছে। এদের মধ্যে ম্যাগনেশিয়াম, ক্যালসিয়াম, পটাশিয়াম, লিথিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, বেরিয়াম, লোহা, সোনা, রূপা, ইউরেনিয়াম, রেডিয়াম ইত্যাদি ধাতব মৌল এবং ফসফরাস, সালফার, ব্রোমিন, আয়োডিন, কার্বন, ফ্লোরিন, নাইট্রোজেন, বোরন, সিলিকন ইত্যাদি অধাতব মৌল পাওয়া যায়। জলে সবচেয়ে কম পরিমাণে আছে রেডিয়াম, এর থেকে বেশী আছে থোরিয়াম প্রায় 5×10^{-8}% এবং ইউরেনিয়াম $1·5 \times 10^{-7}$%। সমুদ্রজল থেকে ইউরেনিয়ামকে নিষ্কাশন করার চেষ্টা চলছে।

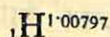
ভূত্বকে অক্সিজেনের পরিমাণই সর্বাধিক, প্রায় 48·6%। ভূত্বকে অক্সি-জেনের মোট পরিমাণ অন্যান্য সকল মৌলের মোট ওজনের প্রায় সমান।

অক্সিজেনের পর দ্বিতীয় স্থানে আছে সিলিকন প্রায় 26·3%। অর্থাৎ ভূত্বকের ওজনের $\frac{3}{4}$ অংশ অধিকার করে আছে অক্সিজেন এবং সিলিকন। আর অবশিষ্ট 1/4 অংশ অধিকার করে আছে 90টি মৌল। ভূত্বকের ওজনের 99·47% অধিকার করে আছে মোট 12টি মৌল এবং 99·94% অধিকার করে আছে 24টি মৌল এবং 99·99% জুড়ে আছে 39টি মৌল। অর্থাৎ মাত্র 0·01% জুড়ে আছে মোট 53টি মৌল। ভূত্বকে সবচেয়ে কম পরিমাণে আছে অ্যাস্টাটিন মাত্র 4×10^{-23}% বা 69 মিলিগ্রাম।

প্রাপ্তির দিক থেকে ভূত্বকে প্রথম 12টি মৌল হলো যথাক্রমে অক্সিজেন, সিলিকন, অ্যালুমিনিয়াম, লোহা, ক্যালসিয়াম, সোডিয়াম, পটাশিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম, হাইড্রোজেন, টাইটেনিয়াম, ক্লোরিন ও ফসফরাস। আশ্চর্যের ব্যাপার হলো লোহার (4·75%) থেকে অ্যালুমিনিয়াম (7·73%) অনেক বেশী পরিমাণে ভূত্বকে আছে। প্রাপ্তির দিক থেকে প্রথম 26টি মৌলের শেষে আছে তামা। তামার ওপরে আছে দস্তা বা জিঙ্ক। টাইটেনিয়াম কিন্তু ভূত্বকে বেশ ভালো পরিমাণেই আছে। টাইটেনিয়াম সোনার চেয়ে দশ লক্ষ গুণ এবং ইউরেনিয়ামের চেয়ে 1000 গুণ বেশী আছে। সোনার চেয়ে হিলিয়াম ভূত্বকে কম আছে এবং টাংস্টেন সোনার চেয়ে 500 গুণ বেশী আছে। নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মধ্যে আরগন সবচেয়ে বেশী এবং র‍্যাডন সবচেয়ে কম পরিমাণে ভূত্বকে আছে। প্রোমেথিয়াম ছাড়া বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলগুলি মোটেই বিরল নয়, এমনকি প্ল্যাটিনাম শ্রেণীর মৌলের চেয়ে ভূত্বকে বেশী পরিমাণে আছে। এত মানুষ, জীবজন্তু গাছপালা এবং জৈবযৌগ থাকলেও ভূত্বকে কার্বনের পরিমাণ মাত্র 0·087%। কার্বনের থেকে ফসফরাস ভূত্বকে বেশী পরিমাণে আছে। সীসা, টিন, বিসমাথ, অ্যান্টিমনি, পারদকে বিরল মনে না হলেও এরা কিন্তু বিরল এবং অন্যদিকে টাইটেনিয়াম, জারকোনিয়াম, ভ্যানাডিয়ামকে বিরল মনে হলেও আসলে এরা বিরল নয়।

ষষ্ঠ অধ্যায়

মৌলসমূহ

হাইড্রোজেন (HYDROGEN).

$_{1}H^{1\cdot00797}$

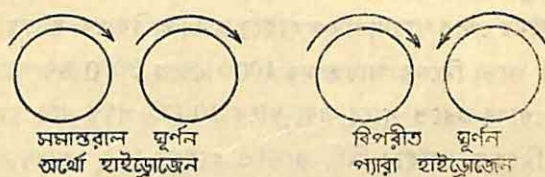
চিহ্ন = H, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 1, পারমাণবিক গুরুত্ব = 1·00797, ঘনত্ব = 0·08987 গ্রাম/লিটার (0°C এবং 760 m. m. পারদ স্তম্ভের চাপ বা প্রমাণ চাপ), গলনাঙ্ক = 257·3°C এবং স্ফুটনাঙ্ক = 252·8°C।

1766 খ্রীষ্টাব্দে ক্যাভেনডিশ (Cavendish) সর্বপ্রথম হাইড্রোজেনকে আবিষ্কার করেন। লঘু অ্যাসিডের সঙ্গে ধাতুর বিক্রিয়ায় তিনিই প্রথম হাইড্রোজেন প্রস্তুত করেন এবং প্রমাণ করেন যে হাইড্রোজেন দাহ্য গ্যাস। 1781 খ্রীষ্টাব্দে তিনিই প্রথম দেখান যে, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় জল উৎপন্ন হয়। 1783 খ্রীষ্টাব্দে ল্যাভয়সিয়ে (Lavoisier) প্রথম জল থেকে হাইড্রোজেন প্রস্তুত করেন এবং তিনিই মৌলটির নামকরণ করেন হাইড্রোজেন।

হাইড্রো মানে জল, জেন (gen) মানে প্রস্তুত।

হাইড্রোজেনের তিনটি সমস্থানিক আছে। এক, দুই এবং তিন ভরসংখ্যা বিশিষ্ট হাইড্রোজেনের নাম যথাক্রমে প্রোটিয়াম (protium', ডয়টেরিয়াম (deuterium) এবং ট্রাইশিয়াম (tritium)। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত হাইড্রোজেনের মধ্যে 99·985% প্রোটিয়াম এবং অবশিষ্টাংশ অর্থাৎ 0·015% ডয়টেরিয়াম। ট্রাইশিয়ামকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, কিন্তু নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া দিয়ে প্রস্তুত করা হয় এবং এটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। প্রোটিয়াম, ডয়টেরিয়াম, ট্রাইশিয়াম পরমাণুর পারমাণবিক গুরুত্ব যথাক্রমে 1·0078, 2·61472 এবং 3·0171।

হাইড্রোজেন পরমাণুর কেন্দ্রীণে অবস্থিত একটি প্রোটনকে কেন্দ্র করে একটি ইলেকট্রন ঘুরছে। প্রোটিয়ামের কেন্দ্রীণে কেবল একটি মাত্র প্রোটন আছে, কোন নিউট্রন নেই। নিউট্রন ছাড়া কেন্দ্রীণে কেবল মাত্র প্রোটিয়ামেরই হয়। ডয়টেরিয়ামের কেন্দ্রীণে একটি প্রোটন ও একটি নিউট্রন আছে এবং ট্রাইশিয়ামের কেন্দ্রীণে একটি প্রোটন ও দুটি নিউট্রন আছে। ডয়টেরিয়াম ও ট্রাইশিয়াম পরমাণুর কেন্দ্রীণকে যথাক্রমে ডয়টেরন ও ট্রাইটন বলে।

নিউক্লিয়ারের ঘূর্ণন (nuclear spin) দ্বারা দুপ্রকার হাইড্রোজেন হতে পারে। যে হাইড্রোজেনের অণুর দুটি পরমাণুর ঘূর্ণন সমান্তরাল তাকে অর্থো (ortho) হাইড্রোজেন এবং যে হাইড্রোজেনের অণুর দুটি পরমাণুর ঘূর্ণন একে

অন্যের বিপরীত (antiparallel) তাকে প্যারা (para) হাইড্রোজেন বলে। সাধারণ তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন গ্যাসে 75% অর্থো এবং 25% প্যারা হাইড্রোজেন এবং তরল হাইড্রোজেনে 99·7% প্যারা এবং 0·3% অর্থো হাইড্রোজেন থাকে। অর্থো ও প্যারা হাইড্রোজেনের ধর্মের অনেক পার্থক্য আছে।

মুক্ত হাইড্রোজেন প্রকৃতিতে খুব অল্প পাওয়া যায়। যদিও মহাবিশ্বের 90% হাইড্রোজেন। পৃথিবী থেকে অনেক ওপরে বায়ুমণ্ডলে 3% মাত্র হাইড্রোজেন আছে। জলে ও অন্যান্য অনেক যৌগে হাইড্রোজেন যুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। ভূত্বক ও বায়ুমণ্ডলে হাইড্রোজেনের পরিমাণ প্রায় 0·87%। আগ্নেয়গিরি থেকে যখন গ্যাস বের হয় তখন অন্যান্য গ্যাসের সঙ্গে হাইড্রোজেনও বের হয়। পৃথিবী সৃষ্টি হবার সময় যত পরিমাণ মুক্ত হাইড্রোজেন ছিল আজ তা নেই। বেশীর ভাগ মুক্ত হাইড্রোজেন মহাশূন্যে বিলীন হয়ে গেছে; কারণ হাইড্রোজেন লঘুতম গ্যাস এবং এর অণুর গতিবেগ ও নিষ্ক্রমণ গতিবেগ প্রায় সমান।

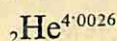
হাইড্রোজেন যুক্ত জৈব যৌগের জীবাণু দ্বারা বিয়োজনে (decomposition) প্রকৃতিতে হাইড্রোজেন মুক্ত হয়। অ্যাসিড বা ক্ষার (alkali) যুক্ত জলকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন প্রস্তুত করা যায়। তাছাড়া কোল গ্যাস, কোক ওভেন গ্যাস, ওয়াটার গ্যাস এবং প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে প্রচুর পরিমাণে হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। কতকগুলি ধাতুর ওপর অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

হাইড্রোজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বাদহীন গ্যাসীয় পদার্থ। বিষাক্ত নয়, কিন্তু শ্বাসরোধকারী। বাতাসে বা অক্সিজেনে হাল্কা নীল শিখায় জ্বলে জল প্রস্তুত করে। এটির দ্রাব্যতা জলে খুবই কম। বিশ্বের লঘুতম এবং ক্ষুদ্রতম মৌল। তরল হাইড্রোজেন অত্যন্ত হাল্কা, বর্ণহীন এবং বিদ্যুতের অপরিবাহী। কঠিন হাইড্রোজেনের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0·08। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় আণবিক হাইড্রোজেনের থেকে পারমাণবিক হাইড্রোজেন অধিকতর সক্রিয়। প্যালডিয়াম ধাতুর গুড়ো নিজের আয়তনের 1000 থেকে 3000 গুণ আয়তনের হাইড্রোজেন শোষণ করতে পারে এবং যাকে 100°C পর্যন্ত ধরে রাখতে পারে। কোবাল্ট, নিকেল, লোহার মিহি গুড়োও হাইড্রোজেন শোষণ করতে পারে।

সাধারণ হাইড্রোজেন গ্যাসকে টাংস্টেন মেরুর সাহায্যে উৎপন্ন তড়িৎ আর্কের (electric arc) মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করলে বেশ কিছুটা হাইড্রোজেনের অণু পারমাণবিক হাইড্রোজেনে পরিণত হয়। এই পারমাণবিক হাইড্রোজেন কোন বস্তুর ওপর পড়লে সেখানে পুনরায় যুক্ত হয়ে আণবিক হাইড্রোজেনে পরিণত হয় এবং এতে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। যা দিয়ে টাংস্টেন ধাতুকে (গলনাঙ্ক 337·0°C) পর্যন্ত গলানো যায়।

ওয়েলডিং এবং ধাতুর পাত কাটার জন্যে অক্সি-হাইড্রোজেন শিখা ও পারমাণবিক হাইড্রোজেন শিখা প্রস্তুতে, বনস্পতি, সার, অ্যামোনিয়া, কৃত্রিম পেট্রোল, মিথাইল অ্যালকোহল, জ্বালানী গ্যাস, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুতে হাইড্রোজেন সাধারণত ব্যবহৃত হয়। আগেকার দিনে বেলুন ওড়ানোর জন্যে হাইড্রোজেনকে ব্যবহার করা হতো।

হিলিয়াম (HELIUM)

$_{2}He^{4\cdot0026}$

চিহ্ন—He, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 2, পারমাণবিক গুরুত্ব = 4·0026, ঘনত্ব = 0·1784, গ্রাম/লিটার, স্ফুটনাঙ্ক = ^{4}He-এর স্ফুটনাঙ্ক −269·1°C বা 4·2° K এবং ^{3}He-এর-270·1° বা 3·2° K। হিলিয়ামের যে কোন সমস্থানিক প্রচুর ঠাণ্ডা করলে কঠিন হিলিয়ামে পরিণত করা যায় কিন্তু সে ক্ষেত্রে কমপক্ষে 25 বায়ুমণ্ডলীয় চাপ প্রয়োজন। হিলিয়ামের গলনাঙ্ক 1·13°K 25·3 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে। ভূত্বকে 3×10^{-7}% হিলিয়াম আছে।

হিলিয়ামের চারটিসমস্থানিকআছে—যেমন ^{4}He, ^{3}He, ^{5}He, এবং ^{6}He, প্রাকৃতিক হিলিয়াম 'সাধারণত ^{4}He দিয়ে গঠিত। তিন ভর সংখ্যাবিশিষ্ট হিলিয়াম বায়ুমণ্ডলে অতি সামান্য পরিমাণে পাওয়া যায়। পাঁচ ও ছয় ভর সংখ্যাবিশিষ্ট হিলিয়ামকে কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা হয়।

লকিয়ার (Lockyer) 1868 সালে পূর্ণগ্রাস সূর্যগ্রহণের সময় সূর্যের ওপর ভাগের (chromosphere) বাষ্পের বর্ণালী বিশ্লেষণে সর্বপ্রথম এই মৌলের সন্ধান পান। হিলিয়াম শব্দটা Helio মানে সূর্য থেকে এসেছে। কারণ তখন এই মৌলটির অস্তিত্ব কেবলমাত্র সূর্যে জানা ছিল, কিন্তু পৃথিবীতে অজানা ছিল। পরে 1895 খ্রীষ্টাব্দে রামসে (Ramsay) ক্লেভাইট (clevite) খনিজে হিলিয়ামের সন্ধান পান। ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম ধাতুর খনিজে, যেমন ক্লেভাইট, পিচব্লেণ্ড (pitch blende), কারনোটাইট, (carnotite , মোনাজাইট (monazite) এবং বেরিলে (beryl) হিলিয়াম পাওয়া যায়। এই সব খনিজে উপস্থিত তেজস্ক্রিয় মৌলের তেজস্ক্রিয়তার জন্যে হিলিয়াম সৃষ্টি হয়। এক কিলোগ্রাম ইউরেনিয়াম থেকে প্রায় 135 গ্রাম হিলিয়াম পাওয়া যায়। এছাড়া মিনারেল জলে (mineral water), আগ্নেয়গিরি থেকে নির্গত গ্যাসে এবং আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে প্রাপ্ত প্রাকৃতিক গ্যাসে হিলিয়াম পাওয়া যায়। উটাহ (Utah) নামক জায়গায় পৃথিবীর বিখ্যাত হিলিয়াম কূপ আছে। বাতাসের প্রতি দশ লক্ষ ভাগে পাঁচ ভাগ হিলিয়াম আছে। আমাদের দেশে বক্রেশ্বরের উষ্ণ প্রস্রবণে হিলিয়াম পাওয়া যায়।

তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে উৎপন্ন α-কণা, ওর আধান হারিয়ে হিলিয়ামে পরিণত হয় এবং যে তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে α-কণা বের হয় তার থেকে হিলি-

য়াম পাওয়া যায়। তাছাড়া লিথিয়াম, বোরনের ওপর তীব্র গতিসম্পন্ন প্রোটন বা α-কণার আঘাতে হিলিয়াম উৎপন্ন করা যায়। 1000 লিটার বাতাসে 9340 c.c. আর্গন, 18·2 c.c. নিয়ন এবং 5·24 c.c. হিলিয়াম, 1·14 c.c. ক্রিপ্টন এবং 0·087 c.c. জিনন পাওয়া যায়।

হিলিয়াম বর্ণহীন, গন্ধহীন গ্যাসীয় পদার্থ। সব বস্তুর মধ্যে হিলিয়ামের স্ফুটনাঙ্ক ও গলনাঙ্ক সবচেয়ে কম। 8·8 আয়তন হিলিয়াম 1000 c.c. জলে দ্রাব্য। হিলিয়ামের অণু এক পরমাণুক অর্থাৎ একটি পরমাণু দিয়ে গঠিত। হিলিয়াম দাহ্য নয় এবং দহনেও সহায়তা করে না। মহাবিশ্বের বস্তুর মধ্যে শতকরা 9 ভাগ হিলিয়াম। হাইড্রোজেন ব্যতীত হিলিয়াম মাধ্যমে শব্দের গতিবেগ সবচেয়ে বেশী। হিলিয়ামে তাপের পরিবাহীতাও বেশী। যে কোন গ্যাসের থেকে হিলিয়ামের প্রতিসরণ (refraction) সবচেয়ে কম। সেজন্যে অপটিক্যাল যন্ত্রপাতিতে লেন্সের মধ্যবর্তী স্থান হিলিয়াম দিয়ে পূর্ণ করা হয়। হিলিয়াম লঘুভার হওয়ার জন্যে এবং এর গতিবেগ নির্গমন গতিবেগের সমান হওয়ায় বায়ুমণ্ডলে হিলিয়ামের পরিমাণ অতি অল্প। তাছাড়া হিলিয়াম যৌগ গঠন করে না, তাই এর পরিমাণ ভূত্বকে অতি অল্প। সুতরাং হিলিয়ামের ব্যবহার না কমালে খুব শীঘ্রই এর সঞ্চয় পৃথিবীতে শেষ হয়ে যাবে।

ওনেস :(Onnes) 1908 খ্রীষ্টাব্দে হিলিয়ামকে তরলে পরিণত করেন। 1926 খ্রীষ্টাব্দে লাইডেন (Leiden) ও কেওসোম (Keosom) হিলিয়ামকে কঠিনে পরিণত করেন।

2·3°K-এ তরল হিলিয়াম একটি আশ্চর্যজনক অবস্থায় পৌঁছায়। একে He(II) বলে। He(II)-এর সান্দ্রতা (viscosity) নেই। সেজন্যে He(II)-কে অতিতরল (super fluid) বলে। একটি একমুখ খালি টিউবকে He(II)-এ আংশিক ডুবিয়ে রাখলে দেখা যাবে যে, He(II) টিউবের গা বেয়ে উঠে টিউবের মধ্যে চলে আসবে এবং কিছুক্ষণের মধ্যে টিউবের বাইরের ও মধ্যের He(II)-এর তল একই তলে আসবে। He(II)-এর তাপ পরিবাহীতা তামার চেয়ে 25 গুণ বেশী।

হিলিয়াম হাল্কা ও দাহ্য নয় বলে বেলুনে ব্যবহৃত হয় যদিও হিলিয়াম হাইড্রোজেনের থেকে প্রায় দ্বিগুণ ভারী। অধিক চাপে নিঃশ্বাস প্রশ্বাসের কাজে অক্সিজেন হিলিয়াম মিশ্রণ ব্যবহার করা হয়, কারণ হিলিয়াম নিষ্ক্রিয়

গ্যাস এবং রক্তে নাইট্রোজেন অপেক্ষা কম দ্রাব্য। তার ওপর হিলিয়াম রক্ত
থেকে তাড়াতাড়ি ব্যাপিত হয়। থার্মোনিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার জন্যে
হিলিয়াম খুবই প্রয়োজন। তাছাড়া গ্যাস থার্মোমিটারে এবং নিম্নতম তাপ-
মাত্রায় আসতে হিলিয়াম ব্যবহৃত হয়।

লিথিয়াম (LITHIUM)

$_{3}Li^{6.939}$

চিহ্ন = Li, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 3, পারমাণবিক গুরুত্ব = 6·939, ঘনত্ব
= 0·534 গ্রাম/c.c., গলনাঙ্ক = 179°C, স্ফুটনাঙ্ক 1340°C।

লিথিয়াম শব্দটি গ্রীক শব্দ lithos (মানে stony) থেকে এসেছে। বার্জি-
লিয়াসের ছাত্র জোহান অগস্ট আর্ফভেড্‌সন (Johan August Arfvedson)
1817 খ্রীষ্টাব্দে পেটালাইট (petalite) নামক খনিজে লিথিয়া (lithia) Li_2O
আবিষ্কার করেন। এর কিছুকাল পরে স্যার হামফ্রি ডেভি (Sir Hamphry
Devy) ধাতব লিথিয়াম আবিষ্কার করেন। মুক্ত অবস্থায় লিথিয়াম প্রকৃতিতে
পাওয়া যায় না। ভূত্বকে প্রাপ্তির দিক থেকে লিথিয়ামের স্থান তামার পর;
প্রায় 6.5×10^{-3}%। অনেক খনিজে লিথিয়াম পাওয়া যায়। প্রধান খনিজের
নাম স্পোডুমিন (spodumene), পেটালাইট, লিপিডোলাইট (lepidolite)।

লিথিয়াম হলো ক্ষারীয় ধাতুর প্রথম সদস্য। রূপার ন্যায় শুভ্র ধাতু, কিন্তু
অবিশুদ্ধ হলে হলুদ আভা থাকে। বায়ুর সঙ্গে ধাতুর বিক্রিয়ায় এর ঔজ্জ্বল্যতা
থাকে না। সোডিয়াম পটাশিয়াম ধাতু অপেক্ষা শক্ত, কিন্তু সীসার থেকে নরম
ধাতু। লিথিয়াম ধাতুকে সরু তারে কিংবা পাতলা পাতে পরিণত করা যায়।
লিথিয়াম ক্ষারীয় ধাতুর মধ্যে সবচেয়ে শক্ত (hard) ধাতু। সমস্ত ধাতুর
মধ্যে সবচেয়ে হাল্কা হলো লিথিয়াম এবং সমস্ত মৌলের মধ্যে সবচেয়ে বেশী
আপেক্ষিক তাপবিশিষ্ট মৌল হলো লিথিয়াম।

লিথিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে লিথিয়াম ধাতু পাওয়া যায়

কিংবা লিথিয়াম কার্বনেটকে ম্যাগনেশিয়াম দিয়ে উত্তপ্ত করেও লিথিয়াম পাওয়া যায়।

লিথিয়াম সর্বপ্রথম ব্যাটারীতে ব্যবহৃত হয়। অলৌহ ঢালাইয়ে অক্সিজেন অপসারক (deoxidizer) রূপে এবং গ্যাস অপসারক (degasifier) রূপে এবং গন্ধক অপসারকরূপে ব্যবহৃত হয়। ভিটামিন A সংশ্লেষণে অনুঘটকরূপে এবং লিথিয়াম অর্গানোমেটালিক যৌগ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। লিথিয়াম হাইড্রাইড প্রস্তুতিতে এবং ইস্পাতের তাপ প্রয়োগে (heat treatment) ব্যবহৃত হয়। লিথিয়ামের যৌগগুলি ওষুধ হিসাবে, অ্যালুমিনিয়ামকে ঝাল দিতে লিথিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া এনামেল শিল্পে লিথিয়ামের গ্রীজ প্রস্তুতিতে লিথিয়াম ব্যবহৃত হয়।

বেরিলিয়াম (BERYLLIUM)

$_{4}Be^{9}$

চিহ্ন = Be, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 4, পারমাণবিক গুরুত্ব = 9, ঘনত্ব = 1·86 গ্রাম প্রতি সিসি। গলনাঙ্ক 1285°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2970°C।

বেরিলিয়াম প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। ভূত্বকে 0·005% বেরিলিয়াম আছে। ভূত্বকে প্রাপ্তির দিক থেকে বেরিলিয়ামের স্থান 32। বেরিলিয়ামের প্রধান খনিজ হলো বেরিল (beryl)। এই বেরিল থেকেই বেরিলিয়াম শব্দের উৎপত্তি। বিশুদ্ধ বেরিল বর্ণহীন, কিন্তু অবিশুদ্ধ বেরিলের সুন্দর বর্ণ আছে। পান্না এবং অ্যাকোয়ামেরিন হলো অবিশুদ্ধ বেরিল। পান্না (emarald) সবুজ এবং অ্যাকোয়ামেরিনের (aquamarine) বর্ণ হলদে সবুজ বা সমুদ্রের মতন সবুজ। পান্না, অ্যাকোয়ামেরিন দামী পাথর হিসেবে অলঙ্কারে ব্যবহৃত হয়। বেরিলিয়ামের অন্যান্য খনিজ হলো ফেনাসাইট (phenacite), ক্রায়সোবেরিল (chrysoberyl), ইউক্লেস (euclase) ইত্যাদি। এফ. ভোলার (F. Wohler) জার্মানীতে এবং ডব্লু. বুসি (W.

Bussy) ফ্রান্সে 1828 খ্রীষ্টাব্দে আলাদা আলাদাভাবে বেরিলিয়াম আবিষ্কার করেন। তাঁরা বেরিলিয়াম ক্লোরাইডের ($BeCl_2$) ওপর পটাশিয়াম ধাতু বিক্রিয়ায় প্রথম বেরিলিয়াম প্রস্তুত করেন। কিন্তু 1899 খ্রীষ্টাব্দে ফ্রান্সের পি. লেবে (P. Lebeau) সর্বপ্রথম তড়িৎ বিশ্লেষণে বিশুদ্ধ বেরিলিয়াম প্রস্তুত করেন।

বেরিলিয়াম ধাতু বিদ্যুৎবাহী, কঠিন এবং ঘন ধূসর বর্ণের। তড়িৎ বিশ্লেষণে প্রাপ্ত বেরিলিয়ামের ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে। সাধারণ তাপমাত্রায় বেরিলিয়াম ভঙ্গুর। বেরিলিয়ামের লবণগুলির স্বাদ মিষ্টি বলে প্রথমে বেরিলিয়ামকে গ্লুসিনিয়াম (glucinium) বলা হতো। বেরিলিয়ামের দুটি তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক আছে। মানুষের দেহের ফুসফুসে, রক্তে এবং মূত্রে অল্প পরিমাণে বেরিলিয়াম পাওয়া যায়। বেরিলিয়াম নিষ্কাশনে নিয়োজিত লোকেদের আগে বেরিলিয়াম বিষক্রিয়া (beryllium poisoning) হতো এবং এতে অনেক লোক মারা যেতো।

বেশীর ভাগ বেরিলিয়াম বেরিলিয়াম-তামা (Be/Cu) সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়, যা নিউক্লিয়ার রিঅ্যাক্টরে ব্যবহৃত হয়। Be/Cu সংকর ধাতু অচুম্বকীয় (nonmagnetic) এবং এই ধাতু তামার থেকে ছগুণ জোরালো, যা ক্যামেরার সাটার, কম্পিউটারের যন্ত্রাংশ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। বেরিলিয়ামের সংকর ধাতু আঘাতে অগ্নি স্ফুলিঙ্গ তৈরি করে না। তাই এই সংকর ধাতু পেট্রোলিয়াম শিল্পে ব্যবহৃত হয়। এক্স-রে যন্ত্রের জানালার কপাটে বেরিলিয়ামের পাত ব্যবহার করা হয়, কারণ এর মধ্য দিয়ে এক্স-রে সহজেই চলে যেতে পারে ; যেটা অ্যালুমিনিয়াম পাতের চেয়ে 17 গুণ বেশী এবং লিণ্ডম্যান গ্লাস থেকে 610 গুণ বেশী যেতে পারে। বেরিলিয়ামের ওপর α-কণার আঘাতে সর্বপ্রথম নিউট্রন আবিষ্কৃত হয়েছিল। ইলেক্ট্রিক্যাল পোর্সিলেন, উচ্চতাপের রিফ্রাক্টরী প্রস্তুতিতে বেরিলিয়াম অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। হাল্কা, অত্যন্ত বেশী স্থিতিস্থাপকতার (elastic modulus) জন্যে এবং তাপে অক্ষত থাকতে পারে বলে বেরিলিয়ামকে এরোপ্লেন. মিশাইল (missile) নির্মাণে ব্যবহার করা হয়।

বোরন (BORON)

$_{5}B^{10.82}$

চিহ্ন=B, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক=5, পারমাণবিক গুরুত্ব=10·82, ঘনত্ব =12·34 গ্রাম প্রতি সিসি (কেলাসাকার) এবং 1·73 গ্রাম প্রতি সিসি (অনিয়তাকার)। গলনাঙ্ক=2100°C এবং স্ফুটনাঙ্ক=2500°C। কাঠিন্য 9·3 মোর মাত্রায় (Mohr's scale)।

প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় কখন বোরন পাওয়া যায় না। ভূত্বকে 0·01% বোরন আছে। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত বোরনের দুটি সমস্থানিক আছে, যাদের ভর সংখ্যা যথাক্রমে 10 এবং 11। বোরনকে প্রকৃতিতে সবসময় অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত বোরনের যৌগের মধ্যে বোরাক্স অন্যতম প্রধান। এটি বহুকাল আগে থেকে গালক (flux) হিসেবে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। বোরন নামটা এই বোরাক্স থেকে এসেছে। আমাদের দেশে বোরাক্সকে সোহাগা বলে। বোরিক অ্যাসিড, কোলেমেনাইটও প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। উষ্ণ প্রস্রবণের জলে এবং আগ্নেয়গিরি অঞ্চলে বোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। এছাড়াও বোরনের আরো অনেক খনিজ পাওয়া যায়। টুরমালিনসেও (tourmalines) বোরন পাওয়া যায়।

1808 খ্রীষ্টাব্দে গে-লুসাক (Gay Lussac) এবং লুইস জে থেনার্ড (Louis J. Thenard) বোরন অক্সাইডকে পটাশিয়াম দিয়ে বিজারিত করে সর্বপ্রথম অবিশুদ্ধ মৌল বোরন প্রস্তুত করেন। তারপর স্যার হামফ্রি ডেভি (Sir Humphry Devy) বোরিক অ্যাসিডকে তড়িৎ বিশ্লেষণে বোরন প্রস্তুত করেন।

অনিয়তাকার বোরন স্বাদহীন, গন্ধহীন, ধূসরবর্ণের পদার্থ, যার ঘনত্ব 1·73। কেলাসাকার বোরন কালো ধূসর বর্ণের, যার ঘনত্ব 2·4 এবং মোর মাত্রায় কাঠিন্য 9·3। বোরন অধাতব পদার্থ এবং বিদ্যুতের কুপরিবাহী। অনিয়তাকার বোরন সাধারণ তাপমাত্রায় স্থায়ী। কিন্তু 700°C-এ অক্সিজেনের উপস্থিতিতে লাল শিখায় জ্বলে এবং 900°C-এ নাইট্রোজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বোরন নাইট্রাইড গঠন করে, যেটা হীরের মত এবং হীরের চাইতে বেশী কঠিন।

এছাড়া বোরন কার্বনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বোরন কার্বাইড গঠন করে; সেটাও অত্যন্ত কঠিন।

উচ্চতাপে অক্সিজেন এবং নাইট্রোজেন অপসারক রূপে ধাতু নিষ্কাশনে মৌল বোরন ব্যবহৃত হয়। অতি অল্প পরিমাণে বোরন ইস্পাতের শক্তি অনেকগুণ বাড়ায়। আণবিক রিঅ্যাক্টরে বোরন, বোরন লোহার রড ব্যবহৃত হয়। অত্যন্ত কঠিন ও উচ্চ গলনাঙ্কের জন্যে বোরন অ্যাব্রেসিভে (abrasive) এবং ক্ষেপণাস্ত্র ও রকেটের ফিলামেন্টে, কোনোগ্রামের পিনে, থার্মোইলেক্ট্রিক কাপলে, রেজিসটান্স (resistance) থার্মোমিটারে ব্যবহৃত হয়।

বোরিক অ্যাসিড ও বোরাক্স, গ্লাস, এনামেল ও সিরামিক শিল্পে অনেকদিন আগে থেকে ব্যবহার হয়ে আসছে। বিশুদ্ধ বোরাক্স খর জল মৃদুকরণে, ডিটারজেন্ট, ট্যালকাম পাউডার, ওষুধ, চকচকে কাগজ প্রস্তুতিতে, প্লাস্টিক, কাগজ ও চামড়া শিল্পে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া বোরোসিলিকেট গ্লাস পরীক্ষাগারে পাত্র, ফ্লাস্ক এবং নানান রান্নার পাত্র প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। এই বোরোসিলিকেট গ্লাসকে পাইরেক্স (pyrex) গ্লাস বলে। অতি অল্প পরিমাণে বোরন গাছের পক্ষে অত্যন্ত প্রয়োজনীয়, কিন্তু অধিক পরিমাণ গাছের পক্ষে বিষস্বরূপ। তাপমাত্রার বৃদ্ধির সঙ্গে বোরনের তড়িৎ প্রবাহের মাত্রা বৃদ্ধি পায়।

কার্বন বা অঙ্গার (CARBON)

$_{6}C^{12.01115}$

চিহ্ন = C, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 6, পারমাণবিক গুরুত্ব = 12·01115, স্থায়ী সমস্থানিকের ভর সংখ্যা 12 ও 13। প্রকৃতিতে C^{12} আছে 98·89%।

কার্বনের ঘনত্ব, গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক কার্বনের রূপভেদের ওপর নির্ভরশীল। কার্বন শব্দটা কয়লার ল্যাটিন শব্দ থেকে এসেছে। ভূত্বকে 0·089% কার্বন আছে। কার্বন প্রকৃতিতে যুক্ত এবং মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। কয়লাতে প্রচুর মুক্ত কার্বন আছে। কিন্তু এই কার্বন বিশুদ্ধ নয়। হীরে এবং গ্রাফাইটরূপে প্রকৃতিতে বিশুদ্ধ কার্বন আছে। এছাড়া প্রচুর যৌগে কার্বন আছে—যেমন

পেট্রোলিয়ামে, কার্বনেট ও বাই-কার্বনেট হিসেবে, প্রত্যেক জৈব যৌগে, প্রাকৃতিক গ্যাসে ইত্যাদিতে। বায়ুতে 0·03% কার্বন ডাই-অক্সাইড আছে। প্রত্যেক প্রাণিজ বা উদ্ভিজ্জ বস্তুতে কার্বন আছে। কার্বনের মোট যৌগের সংখ্যা অন্যান্য সকল মৌলের সম্মিলিত যৌগের সংখ্যা থেকে অনেক বেশী। কার্বনেট, বাইকার্বনেট, কার্বন ডাই-অক্সাইড, কার্বন মনোক্সাইড, কার্বাইড, কার্বনীক অ্যাসিড ছাড়া কার্বনের অন্যান্য যৌগকে জৈব যৌগ (organic compound) বলে। আর এই জৈব যৌগের রসায়নকে জৈব রসায়ন (organic chemistry) বলে।

কার্বনের দুটি বহুরূপ আছে, যেমন হীরে এবং গ্রাফাইট। এছাড়া কয়লা, কাঠ কয়লা, ভূসাকালি, অস্থি ও রক্ত অঙ্গার আছে। কিন্তু এদের গঠন গ্রাফাইটের ন্যায়, কিন্তু কেলাসের গঠন খুব ভালো হয়নি। হীরে ও গ্রাফাইট বাদে অন্যান্য কার্বনগুলির পৃষ্ঠতলের আয়তন বেশ বেশী। যেমন এক সিসি কাঠ কয়লার পৃষ্ঠতলের আয়তন প্রায় 1000 বর্গমিটার। ফলে এরা গ্যাস শোষণ করতে পারে এবং এরা গ্যাস শোধণ কাজে ব্যবহৃত হয়।

বায়ুর অনুপস্থিতিতে চিনিকে (sugar) উত্তাপে বিয়োজিত করে বিশুদ্ধ কার্বন প্রস্তুত করা হয়। এই কার্বনের অশুদ্ধিগুলি অধিক তাপে ক্লোরিন দিয়ে উত্তপ্ত করে দূর করা হয় এবং ক্লোরিন গ্যাসকে হাইড্রোজেন দিয়ে দূর করে জল দিয়ে ধুয়ে, শুকিয়ে নিলে বিশুদ্ধ কার্বন পাওয়া যায়। সাধারণ কার্বনকে বাষ্প দিয়ে উত্তপ্ত করে শোষিত গ্যাসসমূহকে অপসারিত করলে সক্রিয় (activated) কার্বন পাওয়া যায়। কয়লাকে বায়ুর অনুপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে বকযন্ত্রে (retort) যে কঠিন কালো পদার্থ পড়ে থাকে তাকে কোক (coke) বলে। কোকে কার্বনের শতকরা মাত্রা অনেক বেশী।

14 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট নাইট্রোজেনের ওপর কসমিক রশ্মির বিক্রিয়ায় C^{14} উৎপন্ন হয় যার অর্ধজীনবকাল 5760 বছর।

20°C-এ হীরের ঘনত্ব 3·51 গ্রাম প্রতি সিসি এবং গ্রাফাইটের 2·22 গ্রাম / সিসি। এবং অন্যান্য কার্বনের ঘনত্ব 1·85 থেকে 2·07 গ্রাম প্রতি সিসি। হীরে এবং গ্রাফাইট ছাড়া অন্যান্য কার্বনের ঘনত্ব জলের প্রায় দ্বিগুণ হলেও কাঠকয়লা, ভূসাকালি জলে ভাসে, কারণ এই সব কার্বন গ্যাস শোষণ করে

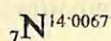
থাকে। সকল মৌলের মধ্যে কার্বনের গলনাঙ্ক সবচেয়ে বেশী 3550°C এবং কার্বনের স্ফুটনাঙ্ক প্রায় 4200°C। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত সকল পদার্থের মধ্যে হীরে সবচেয়ে কঠিন বস্তু। যে কোন কার্বন স্বাদহীন এবং গন্ধহীন, অনুদ্বায়ী, গলানো অত্যন্ত কঠিন এবং যে কোন দ্রবণে অদ্রাব্য। কিন্তু গলিত ধাতুতে কার্বন দ্রাব্য। হীরে এবং গ্রাফাইট সাধারণ তাপমাত্রায় অত্যন্ত নিষ্ক্রিয়। কিন্তু অধিক তাপে যে কোন কার্বন অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় অক্সাইড গঠন করে।

হীরে কঠিনতম বস্তু, তড়িতের কুপরিবাহী, বিশুদ্ধ হলে বর্ণহীন এবং সম্পূর্ণ স্বচ্ছ। হীরেব প্রতিসরাঙ্ক (refractive index) বেশী। অবিশুদ্ধ হীরে দেখতে কালো কারণ এতে গ্রাফাইট থাকে। এটি শিল্পে ব্যবহার করা হয় এবং পাথরকে ছিদ্র (drill) করতে লাগে। কার্বনের ওপর প্রয়োজনীয় তাপ এবং চাপ দিলে কৃত্রিম হীরে প্রস্তুত করা যায়। পৃথিবীর বিখ্যাত হীরের খনি দক্ষিন আফ্রিকার কিম্বার্লিতে (Kimbarley) অবস্থিত। হীরে সাধারণত ক্যারেটে (carat) ওজন করা হয়। এক ক্যারেট = 0·205 গ্রাম। পৃথিবীর সর্ববৃহৎ হীরে কুলিনানের (Cullinan) ওজন 3024 ক্যারেট। কোহিনূরও পৃথিবীর অন্যতম প্রধান হীরে।

গ্রাফাইট প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। এটি দেখতে কালো বা ধূসর কালো এবং এর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে। এটি নরম, পিচ্ছিলকারক পদার্থ, তড়িতের সুপরিবাহী। হীরের থেকে বেশী সক্রিয়। গ্রাফাইট সাদা কাগজের ওপর ঘষলে কালো দাগ পড়ে, তাই লেড পেন্সিল প্রস্তুতিতে গ্রাফাইট ব্যবহৃত হয়। 1896 খ্রীষ্টাব্দে অ্যাচেসন (Acheson) সর্বপ্রথম কৃত্রিম গ্রাফাইট প্রস্তুত করেন।

কোক জ্বালানীরূপে এবং ধাতুর অক্সাইড থেকে ধাতু নিষ্কাশনে ব্যবহৃত হয়। স্বচ্ছ হীরে অলঙ্কারে এবং কালো হীরে পাথরে ছিদ্র করতে এবং অ্যাব্রেসিভ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। ইলেক্ট্রোড এবং ক্রুসিবল প্রস্তুতিতে এবং অধিক তাপমাত্রায় পিচ্ছিলকারক পদার্থরূপে গ্রাফাইট ব্যবহৃত হয়। গ্যাস-শোষকরূপে এবং জৈব যৌগের পরিষ্কারকারকরূপে কাঠ কয়লা, অস্থি ও রক্ত-অঙ্গার ব্যবহৃত হয়। কালো রং প্রস্তুতিতে এবং ছাপাখানার কালিতে ভূসাকালি ব্যবহৃত হয়।

কার্বনের যৌগগুলিও প্রচুর কাজে লাগে—যেমন শীতল পানীয় (লেমনেড) প্রস্তুতিতে, অগ্নিনির্বাপকরূপে এবং নিম্ন তাপমাত্রায় আনতে কার্বন ডাই-অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। প্রডুসার গ্যাস (producer gas), কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসীয় জ্বালানী ও বিজারকরূপে ব্যবহৃত হয়। ক্লোরোফর্ম, কার্বন ডাই-সালফাইড, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড তরল জৈব দ্রাবকরূপে এবং ক্যালসিয়াম কার্বাইড অ্যাসিটিলিন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। সিলিকন কার্বাইড ও বোরন কার্বাইড অ্যাব্রেসিভ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেন (NITROGEN)

$_{7}N^{14\cdot0067}$

চিহ্ন = N, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 7, পারমাণবিক গুরুত্ব = 14·0067, ঘনত্ব (গ্যাসীয় নাইট্রোজেন) = 1·25046 গ্রাম/লিটার (প্রমাণ চাপ ও তাপ), তরল নাইট্রোজেন = 0·808 গ্রাম/সিসি এবং কঠিন নাইট্রোজেন = 1·14 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = – 210°C, স্ফুটনাঙ্ক = – 195 8°C।

বাতাসের 4/5 অংশ (প্রায় 78%) হলো নাইট্রোজেন। নাইট্রোজেন শব্দটা ল্যাটিন শব্দ nitro (মানে native soda) এবং gen [মানে forming (প্রস্তুত)] থেকে এসেছে। নাইট্রোজেন প্রকৃতিতে মুক্ত ও যুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। বাতাসে মুক্ত নাইট্রোজেনের সঙ্গে কিছুটা অ্যামোনিয়াও পাওয়া যায়। এ ছাড়া যুক্ত অবস্থার নাইট্রেট লবণে, নাইট্রিক অ্যাসিডে, জৈব যৌগে, প্রোটিনে, ইউরিয়া ইত্যাদিতে নাইট্রোজেন আছে। অষ্টাদশ শতাব্দীতে প্রথম এটা আবিষ্কৃত হয় যে, বাতাসের একটি উপাদান দহনে বা শ্বাস নেওয়াতে সহায়তা করে না। 1762 খ্রীষ্টাব্দে শীলে (Scheele) বায়ুর এই অংশের নাম দেন 'দুর্গন্ধ বায়ু' (foul air)। 1772 খ্রীষ্টাব্দে ডি. রাদারফোর্ড (D. Rutherford) প্রথম নাইট্রোজেনকে আবিষ্কার করেন। ল্যাভয়সিয়ে (Lavoisier) এর নাম

দেন অ্যাজোট (azote) যার মানে জীবন অচল (no life)। চ্যাপ্টাল (Chaptal) প্রথম এর নাম নাইট্রোজেন দেন।

অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইটকে উত্তপ্ত করে নাইট্রোজেন উৎপন্ন করা যায়। কিন্তু অতি বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন প্রস্তুত করা হয় বেরিয়াম অ্যাজাইডকে উত্তাপে বিশ্লেষিত করে।

শিল্পের প্রয়োজনের জন্যে প্রচুর নাইট্রোজেন তরল বায়ু থেকে প্রস্তুত করা হয়। তরল বায়ু থেকে উৎপন্ন নাইট্রোজেনে প্রধানত 1% আর্গন ও অতি অল্প পরিমাণে অন্যান্য নিষ্ক্রিয় গ্যাস তরল অবস্থায় থাকে।

নাইট্রোজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বাদহীন গ্যাসীয় পদার্থ, বায়ুর থেকে সামান্য হাল্কা, জলে অক্সিজেনের থেকে কম দ্রাব্য। গ্যাসীয় নাইট্রোজেনের অণু দ্বিপরমাণুক। নাইট্রোজেন বিষাক্ত নয়, কিন্তু এটি শ্বাসকার্যে বা দহনে সহায়তা করে না। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত নাইট্রোজেনের দুটি স্থায়ী সমস্থানিক আছে —N^{14} আছে 99·635% এবং N^{15} আছে 0·365%। এছাড়া নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া দিয়ে N^{12}, N^{13} N^{16} এবং N^{17} প্রস্তুত করা সম্ভব হয়েছে। কিন্তু এদের অর্ধজীবনকাল অত্যন্ত কম।

সাধারণত নাইট্রোজেন ঘরের তাপমাত্রায় অত্যন্ত নিষ্ক্রিয়। উচ্চতাপ এবং চাপে নাইট্রোজেন অন্যান্য পদার্থের সঙ্গে বিক্রিয়া করতে পারে। যেমন অধিক চাপ এবং তাপে নাইট্রোজেন হাইড্রোজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে। আবার অধিক তাপে নাইট্রোজেন অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে। এই নাইট্রিক অক্সাইড অতিরিক্ত অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে, যেটা জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। আকাশে বিদ্যুৎ চমকালে নাইট্রোজেন অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অক্সাইড গঠন করে, যেটা যথাক্রমে অক্সিজেন ও জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে এবং বৃষ্টির জলের সঙ্গে মাটিতে পড়ে নাইট্রেট লবণে পরিণত হয়। যা গাছের পক্ষে বিশেষ প্রয়োজনীয়। বজ্রবিদ্যুৎ সহ ঝড়ের ফলে প্রতিদিন পৃথিবীর বুকে প্রায় আড়াই লাখ টন নাইট্রিক অ্যাসিড জমা হয়।

রসায়নাগারে জারণ রুখতে এবং নিষ্ক্রিয় আবরণ সৃষ্টিতে নাইট্রোজেন ব্যবহৃত হয়। এছাড়া বৈদ্যুতিক বাল্ব ভর্তি করতে, থার্মোমিটারে অল্প পরিমাণে নাইট্রোজেন ব্যবহৃত হয়। কিন্তু বেশী পরিমাণে নাইট্রোজেন অ্যামোনিয়া, নাইট্রিক অ্যাসিড, নাইট্রোলিম ও নাইট্রোজেন সার প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেন উদ্ভিদ ও জীবজন্তুর পক্ষে অপরিহার্য মৌল। মটর জাতীয় এক প্রকার গাছ ছাড়া অন্য কোন গাছ বা জীবজন্তু বাতাস থেকে সরাসরি নাইট্রোজেনকে তার প্রয়োজনের জন্যে নিতে পারে না। সেজন্যে গাছ মাটিতে অবস্থিত দ্রাব্য নাইট্রোজেন যৌগকে গ্রহণ করে নিজেদের নাইট্রোজেনের প্রয়োজন মেটায়, আর তৃণভোজী প্রাণী তার নাইট্রোজেনের প্রয়োজন এই গাছপালা খেয়ে মেটায়, আবার মাংশাষী প্রাণী এই তৃণভোজী প্রাণী খেয়ে তাদের নাইট্রোজেনের প্রয়োজন মেটায়।

তাই গাছের বাড়-বাড়ন্তের জন্যে এবং ফলনের জন্যে মাটিতে নাইট্রোজেন সার মেশাতে হয়, কারণ বৃষ্টির জলের সঙ্গে যে নাইট্রোজেন যৌগ মাটিতে জমা হয় তা গাছের সবটা প্রয়োজন মেটাতে পারে না।

মটর জাতীয় (legumes) গাছের শিকড়ের ফোলা অংশে একপ্রকার জীবাণু (microbe) থাকে, সে সরাসরি বাতাসের নাইট্রোজেনকে গাছের ব্যবহারের উপযোগী যৌগে পরিণত করে। ফলে মাটিতে নাইট্রোজেনের অভাব কিছুটা দূর করে। দেখা গেছে যে, প্রতি একরে এই জাতীয় গাছের চাষের ফলে প্রায় 19·5 কেজি নাইট্রোজেনকে গাছের প্রয়োজনের জন্যে আবদ্ধ করতে পারে।

অক্সিজেন (OXYGEN)

$$_{8}O^{16}$$

চিহ্ন = O, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 8, পারমাণবিক গুরুত্ব = 16·000, গ্যাসের ঘনত্ব = 1·429 গ্রাম/লিটার শূন্য ডিগ্রি সেন্টিগ্রেডে এবং এক বায়ুমণ্ডল

চাপে। তরলের ঘনত্ব=1·142 গ্রাম / মি.লি এবং কঠিন অক্সিজেনের ঘনত্ব (গলনাঙ্কে), 1·27 গ্রাম/মি.লি। স্ফুটনাঙ্ক= −183°C এবং গলনাঙ্ক = −218·9°C।

প্রকৃতিতে অক্সিজেন মুক্ত এবং যুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। প্রকৃতিতে অক্সিজেন সবচেয়ে বেশী পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায় 48·6% (ওজন অনুপাতে) অক্সিজেন আছে। বাতাসের ওজনের প্রায় $\frac{1}{5}$ অংশ অক্সিজেন। অক্সিজেন শব্দটা গ্রীক শব্দ Oxyz মানে Sharp (তীব্র) এবং gen মানে born (সৃষ্টি) থেকে এসেছে। 1772 খ্রীষ্টাব্দে শীলে (Scheele) এবং 1774 খ্রীষ্টাব্দে জে. প্রীস্ট্‌লে (J. Pristley) আলাদা আলাদা-ভাবে অক্সিজেন আবিষ্কার করেন। অক্সিজেন নামটা ল্যাভয়সিয়ের দেওয়া। তিনি মনে করেছিলেন অ্যাসিড সৃষ্টির মূল কারণ অক্সিজেনের উপস্থিতি। যদিও এ ধারণা ভ্রান্ত তথাপি তাঁর দেওয়া নাম এখনো চলে আসছে। মহাজগতেও অক্সিজেন বর্তমান, কিন্তু বেশীর ভাগ নেবুলায়, নক্ষত্রে এবং মহাজাগতিক অংশে (space) হাইড্রোজেন, হিলিয়ামের তুলনায় অক্সিজেন অনেক কম আছে।

অক্সিজেনের উৎস—(১) বাতাস, (২) জল, (৩) অক্সিজেন সমৃদ্ধ যৌগ-সমূহ। অল্প পরিমাণে অক্সিজেন প্রস্তুতিতে সাধারণত অক্সিজেন সমৃদ্ধ যৌগ যেমন পটাশিয়াম ক্লোরেট, পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট, পারঅক্সাইড ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। কিন্তু প্রচুর পরিমাণে অক্সিজেন প্রস্তুতিতে তরল বাতাস বা জল ব্যবহার করা হয়। তরল বাতাসে সাধারণত নাইট্রোজেন, অক্সিজেন থাকে। তরল বাতাসকে আংশিক পাতনে নাইট্রোজেন থেকে অক্সিজেন পৃথক করা হয়। জলকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে হাইড্রোজেনের সঙ্গে বিশুদ্ধ অক্সিজেন পাওয়া যায়। অনেকে মনে করেন উর্ধ্বাকাশে অতি-বেগুনী রশ্মির প্রভাবে জলীয় বাষ্প ভেঙ্গে যে অক্সিজেন মুক্ত হয় সেটি বাতাসে অবস্থিত অক্সিজেনের প্রধান উৎস এবং মুক্ত হাইড্রোজেন পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ শক্তির আওতার বাইরে ব্যাপিত হয়ে মহাশূন্যে চলে যায়।

অক্সিজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বাদহীন গ্যাসীয় পদার্থ। জলে দ্রাব্য। তরল অক্সিজেন ফিকে নীল রঙের পদার্থ। প্রকৃতিতে অক্সিজেনের

তিনটি সমস্থানিক আছে—যেমন 16 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট অক্সিজেন আছে 99·757%, 17 এবং 18 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট অক্সিজেন যথাক্রমে 0·039% এবং 0·204% আছে। এ ছাড়া কৃত্রিম উপায়ে অক্সিজেনের তিনটি তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক (14, 15, 19) প্রস্তুত করা গেছে, যাদের অর্ধজীবনকাল অত্যন্ত কম। অক্সিজেন গ্যাস দ্বিপরমাণুক। অক্সিজেন দহন ও শ্বাসকার্যের জন্য অপরিহার্য। যদিও প্রচুর পরিমাণে অক্সিজেন শ্বাসকার্যে, জারণে ও দহনের জন্য প্রয়োজন হয় তথাপি বায়ুমণ্ডলে অক্সিজেনের পরিমাণ মোটামুটি স্থির, কারণ গাছের সালোকসংশ্লেষণে অক্সিজেন মুক্ত হয়। নিষ্ক্রিয় গ্যাস ব্যতীত অন্যান্য প্রায় সব মৌলের সঙ্গে অক্সিজেন যৌগ গঠন করে।

ঊর্ধ্বাকাশে অতি বেগুনী রশ্মির প্রভাবে অক্সিজেন ওজোনে পরিণত হয়। এই ওজোন অক্সিজেনেরই একটি বহুরূপ (allotrope)। ওজোন অণু ত্রিপরমাণুক অর্থাৎ একটি ওজোন অণু তিনটি অক্সিজেন পরমাণু দিয়ে গঠিত। ঊর্ধ্বাকাশে ওজোন গঠন হয় বলে সূর্যের অতিবেগুনী রশ্মির একটি বড় অংশ ব্যয়িত হয়, ফলে পৃথিবীর বুকে আসতে পারে না ; সেটা জীবের পক্ষে একটা সৌভাগ্যের কথা। কারণ অতিবেগুনী রশ্মি জীবের পক্ষে ভালো নয়। ওজোন সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাসীয় পদার্থ। গ্যাসীয় অবস্থায় ফিকে নীল, কিন্তু তরল অবস্থায় গাঢ় নীল, প্রায় কালো। এটির আঁশটে গন্ধ আছে। ওজোন সহজেই অক্সিজেনে পরিণত হয়। ওজোন রংকে বিরঞ্জিত করতে পারে এবং জারকদ্রব্য হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অক্সিজেন মিশ্রিত ওজোন পানীয় জল বীজাণুমুক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।

জীবসমূহের শ্বাসকার্যের জন্য অক্সিজেন প্রয়োজন। তাছাড়া অক্সি-হাইড্রোজেন শিখা এবং অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখার জন্যে প্রচুর অক্সিজেন প্রয়োজন। অক্সি-হাইড্রোজেন শিখা এবং অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা দিয়ে ধাতুর পাত কাটা ও ওয়েল্ডিংয়ে এবং উচ্চ গলনাঙ্কের পদার্থকে, যেমন প্ল্যাটিনামকে গলাতে প্রয়োজন। লোহার আকরিক থেকে কাঁচা লোহা এবং ইস্পাত প্রস্তুতিতে অক্সিজেনের প্রয়োজন। অক্সিজেন রাসায়নিক দ্রব্য প্রস্তুতিতে প্রয়োজন। রকেট উৎক্ষেপণের জন্য জ্বালানীর দহনের জন্যে অক্সিজেন প্রয়োজন। গ্লাস শিল্পে এবং দহনের ফলে তাপ উৎপাদনে অক্সিজেন প্রয়োজন।

ফ্লোরিন (FLUORINE)

$_{9}F^{19}$

চিহ্ন = F, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 9, পারমাণবিক গুরুত্ব = 19, স্ফুটনাঙ্ক = –187·9°C, গলনাঙ্ক = –223°C, ঘনত্ব = 1·108 গ্রাম/সিসি (স্ফুটনাঙ্ক) এবং 1·695 গ্রাম/লিটার (গ্যাসীয়) প্রমাণ চাপ ও তাপে।

ফ্লোরিন কথাটা ল্যাটিন শব্দ fluo মানে I flow থেকে এসেছে। হ্যালোজেন পরিবারে প্রথম সদস্য। সবচেয়ে ঋণাত্মক (electronegative) এবং সক্রিয় মৌল। 1771 খ্রীষ্টাব্দে শীলে (Scheele) প্রথম আবিষ্কার করেন, কিন্তু মৌল হিসেবে প্রথম আবিষ্কার করেন এইচ. ময়সে (H. Moissan) 1886 খ্রীষ্টাব্দে।

মুক্ত অবস্থায় ফ্লোরিনকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, কিন্তু যুক্ত অবস্থায় ফ্লোরিনের অনেক যৌগ প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায় 0·072% ফ্লোরিন আছে। ভূত্বকে ফ্লোরিনের পরিমাণ গন্ধকের থেকে বেশী এবং নাইট্রোজেনের দ্বিগুণেরও বেশী। প্রকৃতিতে ফ্লোরিনের যৌগ পাললিক শিলা এবং আগ্নেয়শিলায় বর্তমান। ফ্লোরিনের প্রধান খনিজ ফ্লোরোস্পার, এছাড়া ক্রায়োলাইট, ফ্লোরোঅ্যাপাটাইট ইত্যাদি ফ্লোরিনের খনিজ।

1886 খ্রীষ্টাব্দে ময়সে তরল (0°C-এর তলায়) অনার্দ্র হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের তড়িৎ বিশ্লেষণে ফ্লোরিন উৎপন্ন করেন। কিন্তু অনার্দ্র হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড বিদ্যুৎবাহী নয় বলে একে পরিবাহী করার জন্যে এর সঙ্গে পটাশিয়াম ফ্লোরাইড মিশিয়ে নেন। ময়সে ফ্লোরিন প্রস্তুতিতে প্ল্যাটিনাম পাত্র এবং প্ল্যাটিনাম তড়িৎদ্বার ব্যবহার করেন।

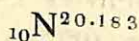
বর্তমানকালে 100°C-এ পটাশিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণে প্রচুর ফ্লোরিন উৎপাদন করা হয়। সেক্ষেত্রে নিকেল বা কার্বন অ্যানোড হিসেবে এবং লোহা ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

ফ্লোরিন ফিকে হলুদ বর্ণের গ্যাসীয় পদার্থ। ফ্লোরিনের অণু দ্বিপরমাণুক। ফ্লোরিনের একটা বিশিষ্ট গন্ধ আছে। সমস্ত মৌলের মধ্যে সবচেয়ে সক্রিয়

মৌল হওয়াতে ফ্লোরিন অক্সিজেন, গন্ধক, আয়োডিন, ফসফরাস ব্রোমিন এবং প্রায় সমস্ত ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া করে ফ্লোরাইড উৎপন্ন করে। প্রায় সমস্ত হাইড্রোজেন-ওয়ালা যৌগের সঙ্গে বিক্রিয়া করে হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। ফ্লোরিন ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়ায় ধাতুর ওপর রক্ষা-মূলক আস্তরণ গঠন করে। ফ্লোরিন 700°C-এও হীরের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না।

মৌল ফ্লোরিনের ব্যবহার কম। মুক্ত ফ্লোরিন ফ্লোরোকার্বন (টেফলন) নিষ্ক্রিয় গ্রীজ এবং নিষ্ক্রিয় দ্রাবক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া ইউরেনিয়াম 235-কে আলাদা করার জন্যে ইউরেনিয়াম হেক্সাফ্লোরাইড প্রস্তুতিতে, রকেট জ্বালানীতে অক্সিজেনের পরিবর্তে ফ্লোরিন ব্যবহার করা হয়। ফ্লোরিনের যৌগ হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড জৈব যৌগের বিক্রিয়ায় প্রভাবক **(catalyst)** হিসেবে, ফ্লোরাইড যৌগ দাঁতমাজনে এবং দাঁড়ি কামাবার ব্লেডে ব্যবহৃত হয়।

নিওন (NEON)

$_{10}N^{20.183}$

চিহ্ন = Ne, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 10, পারমাণবিক গুরুত্ব = 20·183, ঘনত্ব = 0·899 গ্রাম/লিটার 0°C-এ এবং এক বায়ুমণ্ডল চাপে, তরল নিওনের ঘনত্ব = 1·207 গ্রাম/মি,লি (স্ফুটনাঙ্কে)। স্ফুটনাঙ্ক = – 246°C, গলনাঙ্ক = —248·6°C।

নিওন শব্দটা গ্রীক শব্দ Neos মানে নতুন থেকে এসেছে। নিওন নোবেল বা নিষ্ক্রিয় গ্যাস শ্রেণীর মৌল। প্রকৃতিতে নিওন মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। কারণ সাধারণ অর্থে নিওন কোন যৌগ সৃষ্টি করে না। ভূত্বকে 5×10^{-7}% নিওনআছে। বায়ুই নিওনের বাণিজ্যিক উৎস। আয়তন অনুসারে

বায়ুতে প্রতি দশলক্ষ ভাগে 18·18 ভাগে নিওন আছে। এছাড়া প্রাকৃতিক গ্যাস, ঝরণার জলে; উল্কার পাথরে এবং কিছু কিছু খনিজে নিওন পাওয়া যায়। কৃত্রিম উপায়েও নিওন প্রস্তুত করা যায়। কিছু কিছু মৌলের ওপর ∝-কণার আঘাতে নিওন প্রস্তুত করা যায়। প্রকৃতিতে নিওনের কোন তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক নেই। দৃশ্যমান মহাজগতেও নিওন আছে।

1898 খ্রীষ্টাব্দে স্যার ডবলু, র‍্যামসে, (Sir W. Ramsay) এবং এম. ডবলু. ট্রাভার্স (M. W. Travers) ইংলণ্ডে প্রথম নিওনকে আবিষ্কার করেন। নিষ্ক্রিয় মৌলের বর্ণালী পরীক্ষায় সর্বপ্রথম এই মৌলটি আবিষ্কৃত হয়। র‍্যামসে এবং ট্রাভার্স বায়ুর অক্সিজেন, নাইট্রোজেনকে পৃথক করার পর যে নিষ্ক্রিয় গ্যাস সমূহ পড়ে থাকে তাকে তরলে পরিণত করে আংশিক পাতনের সাহায্যে নিওনকে আলাদা করেন। কারণ এই তরলের মধ্যে অবস্থিত নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মধ্যে নিওনই সবচেয়ে বেশী উদ্বায়ী।

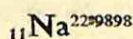
আজকাল তরলবায়ু থেকে নাইট্রোজেন অক্সিজেনকে অপসারিত করার পর হিলিয়াম ও নিওনকে উজ্জীবিত বা সক্রিয় (activated) কার্বনের ওপর বিশেষ তাপমাত্রায় ও চাপে শোষণ করিয়ে পৃথক করা হয়। তাছাড়া তরল হাইড্রোজেন দিয়ে নিষ্ক্রিয় গ্যাস মিশ্রণকে ঠাণ্ডা করে নিওনকে আংশিক তরলিত করে পৃথক করা হয়।

সাধারণ অবস্থায় নিওন বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বাদহীন গ্যাসীয় পদার্থ। নিওনের প্রতিটি অণু একটি মাত্র পরমাণু দিয়ে গঠিত। 10·5 মি.লিটার নিওন 20°C-এ এক লিটার জলে দ্রাব্য (এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে)। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত নিওনের তিনটি সমস্থানিক আছে—20, 21 ও 22 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট নিওন যথাক্রমে 90·92%, 0·26% এবং 8·82% আছে।

কম চাপে নিওন ভর্তি বাল্ব উজ্জ্বল, লালচে কমলালেবু বর্ণের আলো নির্গত করে, যে বাল্বগুলি রাত্রিবেলায় বিমানবন্দরে এবং বন্দরে বেকন বাতি হিসেবে ব্যবহৃত হয়। নিম্ন তাপমাত্রা আনার জন্যে নিওনকে রেফ্রিজারেণ্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। গভীর সমুদ্রের ডুবুরীদের শ্বাস-প্রশ্বাসের জন্যে অক্সিজেনের সঙ্গে নিওন ব্যবহার করা হয়। পরমাণুর কেন্দ্রীণ কণিকার

গতিবিধি লক্ষ্য করার জন্যে নিওন ভর্তি স্পার্ক চেম্বার ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া গাইগার মূলার কাউন্টারে, স্পার্ক প্লাগ টেস্ট ল্যাম্পে, সেফটি ল্যাম্পে এবং নিওন সাইন ল্যাম্পে নিওন ব্যবহার করা হয়।

সোডিয়াম (SODIUM)

$_{11}Na^{22.9898}$

চিহ্ন = Na, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 11, পারমাণবিক গুরুত্ব = 22·9898, ঘনত্ব = 0·972 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 97·5°C, স্ফুটনাঙ্ক = 883°C।

ইংরাজী সোডা (soda) থেকে সোডিয়াম কথাটা এসেছে। সোডিয়ামের ল্যাটিন নাম নেট্রাম (natrum), যার থেকে চিহ্নটা নেওয়া হয়েছে। প্রকৃতিতে সোডিয়াম মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। কিন্তু যৌগ হিসেবে ভূত্বকে প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়, প্রায় 2·74%। প্রাপ্তি দিক থেকে ভূত্বকে ষষ্ঠ মৌল, দ্রবণ হিসেবে সমুদ্রজলে ক্লোরিনের পরই সোডিয়ামের স্থান। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত সোডিয়ামের প্রধান যৌগগুলি হলো সোডিয়াম ক্লোরাইড [যেটা সমুদ্র জলে এবং সৈন্ধভ লবণ (rock salt) হিসেবে পাওয়া যায়], সোডিয়াম কার্বনেট (সোডা হিসেবে), সোডিয়াম বোরেট (সোহাগা) এবং সোডিয়াম নাইট্রেট (সল্টপিটার)।

সুপ্রাচীনকাল থেকে সোডিয়াম যৌগের ব্যবহার চলে আসছে। কাপড় কাচার সোডার কথা ওল্ড টেস্টামেণ্টে উল্লেখ আছে। কিন্তু মৌল হিসেবে সোডিয়ামকে 1807 খ্রীষ্টাব্দে স্যার হামফ্রি ডেভি (Sir Humphry Davy) প্রথম আবিষ্কার করেন। তিনি কস্টিক সোডাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে সোডিয়াম আবিষ্কার করেন।

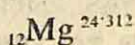
বর্তমানকালে কস্টিক সোডা বা গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে ধাতব সোডিয়াম উৎপন্ন করা হয়। ধাতব সোডিয়াম অত্যন্ত

সক্রিয় বলে একে তরল প্যারাফিনে বা কেরোসিন তেলের মধ্যে ডুবিয়ে রাখা হয়। তাছাড়া টিনের মধ্যে নাইট্রোজেন মাধ্যমে সোডিয়াম রাখা হয়।

সোডিয়াম ধাতু রবারের মতন নরম, এবং সদ্য কাটা সোডিয়াম ধাতুর তল রূপার মত সাদা ও চকচকে। জলের চেয়ে হাল্কা এবং জলের সঙ্গে অত্যন্ত দ্রুত বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে, যে হাইড্রোজেন বাতাসের অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় অগ্নিস্ফুলিঙ্গ সৃষ্টি করে। সোডিয়াম বিদ্যুৎবাহী এবং এক পরমাণুক।

সোডিয়ামের প্রধান ব্যবহার টেট্রাইথাইল লেড নামক যৌগ প্রস্তুতিতে, যা পেট্রোলিয়াম শিল্পে গ্যাসোলিনের সঙ্গে অ্যান্টিনকিং পদার্থ (antiknocking compound) হিসেবে ব্যবহৃত হয়। উদ্ভিজ্জ তেল থেকে অ্যালকোহল প্রস্তুতিতে এবং টাইটেনিয়াম ও জারকোনিয়াম হ্যালাইড থেকে ধাতু প্রস্তুতিতে সোডিয়াম বিজারক দ্রব্য হিসেবে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম পারদ সংকর (amalgam) প্রস্তুতিতে, জৈব যৌগ সংশ্লেষণে, সোডিয়াম পারঅক্সাইড, সায়ানাইড, হাইড্রাইড, অ্যামাইড প্রস্তুতিতে সোডিয়াম ব্যবহৃত হয়। নিউক্লিয়ার রিঅ্যাক্টরে তাপ বদলের (heat transfer) জন্য তরল সোডিয়াম ব্যবহৃত হয়। এছাড়া সোডিয়ামের যৌগগুলি নানান কাজে লাগে। যেমন সোডিয়াম ক্লোরাইড মাছ, মাংস সংরক্ষণে, হিমমিশ্রে (feerzing mixture) ব্যবহৃত হয়। কস্টিক সোডা রেয়ন, সাবান, পেট্রোলিয়াম, কাগজ ও কাগজের মণ্ড শিল্পে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম কার্বনেট কাগজ, কাঁচ, সাবান, ডিটারজেন্ট, বস্ত্র শিল্পে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম সায়ানাইড সোনা নিষ্কাষণে এবং জৈব যৌগের বিক্রিয়ায় প্রয়োজন হয়।

ম্যাগনেশিয়াম (MAGNESIUM)

$$_{12}Mg^{24 \cdot 312}$$

চিহ্ন = Mg, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 12, পারমাণবিক গুরুত্ব = 24·312, ঘনত্ব = 1·738 গ্রাম/সিসি। গলনাঙ্ক = 650°C, স্ফুটনাঙ্ক = 1100°C।

ম্যাগনেশিয়াম কথাটা ল্যাটিন শব্দ magnesia থেকে এসেছে। যার অর্থ, এশিয়া মাইনরের একটা জেলার নাম। ম্যাগনেশিয়াম ক্ষারীয় মৃত্তিকা (alkaline earth) শ্রেণীর মৌল। এই শ্রেণীর মৌলগুলি মোটামুটি সক্রিয় বলে প্রকৃতিতে এদের মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। তাই ম্যাগনেশিয়াম যৌগ হিসেবে প্রকৃতিতে প্রচুর পরিমাণে আছে—যেমন ডলোমাইট, ম্যাগনেশাইট, অলিভাইন নামক খনিজে। এছাড়া সমুদ্র জলে প্রচুর ম্যাগনেশিয়াম ক্লোরাইড আছে। ভূত্বকে প্রাপ্তির দিক থেকে অষ্টম মৌল, প্রায় 2·5% আছে।

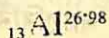
1808 খ্রীষ্টাব্দে স্যার হামফ্রি ডেভি প্রমাণ করেন যে, ম্যাগনেশিয়া অ্যালবা (ম্যাগনেশিয়াম অক্সাইড) একটি নতুন মৌলের অক্সাইড। এই অক্সাইডকে তিনি পটাশিয়াম ধাতু দিয়ে বিজারিত করে পারদ দিয়ে নিষ্কাশন করেন। তিনি পরে তড়িৎ বিশ্লেষণেও ম্যাগনেশিয়ামকে নিষ্কাশন করেন, এ ক্ষেত্রেও পারদ সংকর ধাতু রূপে থাকে। ম্যাগনেশিয়ামকে ধাতব মৌল হিসেবে 1828 খ্রীষ্টাব্দে ফরাসী দেশের রসায়নবিদ এ. বুসি (A. Busey) প্রথম আবিষ্কার করেন। ডেভিই প্রথম এই ধাতব মৌলের নাম দেন ম্যাগনিয়াম (magnium), পরে এই নামটা পরিবর্তিত হয়ে ম্যাগনেশিয়াম হয়। বিশুদ্ধ গলিত কার্নালাইটকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে আজকাল ম্যাগনেশিয়াম উৎপাদন করা হয়।

ম্যাগনেশিয়াম রূপার মতন সাদা ধাতু, বাতাসে মলিন হয়ে যায়, মোটামুটি শক্ত এবং প্রসার্যশীল (ductile)। সেজন্যে একে তার বা পাতে পরিণত করা যায়। ম্যাগনেশিয়াম বিদ্যুৎবাহী। ঠাণ্ডাতেও জলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে। অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। পারদের সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুত করে যা জলের সঙ্গে সজোরে বিক্রিয়া করে। ম্যাগনেশিয়াম তার বা গুড়ো চোখ ধাঁধানো সাদা আলোয় জ্বলে।

ফটোগ্রাফি শিল্পে ফ্লাস বাল্বে ম্যাগনেশিয়াম ব্যবহৃত হয়। থারমিট পদ্ধতিতে রেল জোড়া দেওয়ার জন্যে ম্যাগনেশিয়াম ব্যবহৃত হতো। বাজী হিসেবে ম্যাগনেশিয়াম তার জ্বালানো এখনো হয়। জৈব যৌগ সংশ্লেষণে গ্রিগনার্ড বিকারক (Grignard reagent) প্রস্তুতিতে ম্যাগনেশিয়াম ব্যবহৃত

হয়। তাছাড়া আজকাল ম্যাগনেশিয়ামের সংকর ধাতু, ম্যাগনেলিয়াম, ইলেকট্রন ধাতু (elektron metal), বিমান শিল্পে, ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশে, হুইল এবং নানাবিধ যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়। ম্যাগনেশিয়ামের যৌগ ডলোমাইট লোহা শিল্পে, ম্যাগনেশিয়াম কার্বনেট, অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড, সালফেট প্রচুর কাজে লাগে। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ম্যাগনেশিয়ামের সিলিকেট যৌগ হলো অ্যাসবেস্‌টস, যা ঘর ছাউনিতে এবং অগ্নি নিরোধক পোশাক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

অ্যালুমিনিয়াম (ALUMINIUM)

$_{13}Al^{26\cdot98}$

চিহ্ন = Al, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 13, পারমাণবিক গুরুত্ব = 26·98, ঘনত্ব = 2·7 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 660·2°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2270°C।

অ্যালুমিনিয়াম শব্দটা alum (ফিটকারি) থেকে এসেছে। ফিটকারির ব্যবহার অতি প্রাচীনকাল থেকে চলে আসছে। বিশুদ্ধ ফিটকারি অ্যালকেমিস্টরা (Alchemists) প্রস্তুত করতে পারতেন।

প্রকৃতিতে অ্যালুমিনিয়াম মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না, কিন্তু যুক্ত অবস্থায় প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। প্রাপ্তি দিক থেকে অ্যালুমিনিয়াম ভূত্বকে তৃতীয় মৌল, প্রায় 7% আছে, যে কোন ধাতুর চেয়ে সবথেকে বেশী এবং লোহার থেকে প্রায় দ্বিগুণ পরিমাণ। সিলিকেট যৌগ হিসেবে ফেল্‌সপার এবং অভ্রে (mica) পাওয়া যায়, যেগুলি আবহাওয়ার জন্যে মাটিতে পরিণত হয়। লাপিস লাজুলে (lapis lazule) নামে নীল রঙের মূল্যবান খনিজ আসলে ফেল্‌স্‌পার। কৃত্রিম লাপিস লাজুলেকে আল্ট্রামেরিন বলে। অক্সাইড যৌগহিসাবে কোরাণ্ডাম এবং এমারিতে আছে, এরা হীরের মতন না হলেও অত্যন্ত কঠিন পদার্থ। সোদক অক্সাইড হিসেবে বক্সাইটে আছে, যার থেকে

অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন করা হয়। এছাড়া গ্রীনল্যাণ্ডে ফ্লোরাইড যৌগ ক্রায়োলাইট পাওয়া যায়। চিনেমাটি (kaolin) অ্যালুমিনিয়ামের একটি খনিজ, এছাড়া মূল্যবান রত্ন পোখরাজ, পীত পোখরাজ, নীলা, চুনী অ্যালুমিনিয়ামের খনিজ কোরাণ্ডামের অবিশুদ্ধ রূপ।

1825 খ্রীষ্টাব্দে এইচ. সি. ওরস্টেড (H. C. Oersted) নামে ডেনমার্কের রসায়নবিদ অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডকে পটাশিয়াম পারদ সংকর ধাতু দিয়ে বিজারিত করে প্রথম অ্যালুমিনিয়াম আবিষ্কার করেন। 1872 খ্রীষ্টাব্দে জার্মান রসায়নবিদ ভোলার (Wohler) পটাশিয়াম পারদ সংকরের পরিবর্তে পটাশিয়াম ধাতু দিয়ে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন করেন এবং এর ধর্ম প্রথম আলোচনা করেন। এই সময় অ্যালুমিনিয়ামের দাম অত্যন্ত বেশী ছিল। 1886 খ্রীষ্টাব্দে চার্লস মার্টিন হল (Charles Martin Hall) নামে এক আমেরিকান যুবক সস্তায় অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডকে (যেটা বক্সাইট থেকে পাওয়া যায়) তড়িৎ বিশ্লেষণ করে ধাতব অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন করেন। এই পদ্ধতিতে প্রচুর ক্রায়োলাইট লাগে।

অ্যালুমিনিয়াম রূপার মতন সাদা, হাল্কা ধাতু, শক্ত (কিন্তু লোহার চেয়ে কম) এবং প্রসার্যশীল। সেজন্য সরু তার, পাতলা পাতে পরিণত করা যায়। অ্যালুমিনিয়াম বিদ্যুৎ ও তাপের সুপরিবাহী এবং এর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে এবং একে পালিশ করে আয়নার মতন ব্যবহার করা যায়। বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম বাতাসে রাখলে ক্ষয়প্রাপ্ত হয় না। বাতাসে রাখলে অ্যালুমিনিয়ামের ওপর একটা অতি পাতলা ও স্বচ্ছ আস্তরণ পড়ে, যা ধাতুটিকে ক্ষয়ের হাত থেকে বাঁচায়।

অ্যালুমিনিয়াম সস্তায় প্রচুর উৎপাদন করা যায় বলে এর থেকে শিল্পে প্রয়োজনীয় যন্ত্রাংশ নির্মাণে, গৃহস্থালী কাজে ব্যবহৃত হাঁড়ি, গেলাস, থালা, বাটি ইত্যাদি প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। বৈদ্যুতিক তার ও যন্ত্রপাতি প্রস্তুতিতে, অ্যালুমিনিয়াম গুড়ো তিসির তেলের সঙ্গে মিশিয়ে পেন্ট হিসেবে এবং মোরকের কাজে পাতলা পাত হিসেবে অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহৃত হয়। এছাড়া অ্যালুমিনিয়ামের সংকর ধাতু ডারঅ্যালুমিনিয়াম (duraluminium) বিমান, রেলগাড়ীর কোচ, মোটর গাড়ী ইত্যাদি নির্মাণে ব্যবহৃত হয়। ডারঅ্যালু-

মিনিয়ামে 93—95% অ্যালুমিনিয়াম, 2·5 – 5·5% তামা এবং 0·5—2% ম্যাগনেশিয়াম, 0·5 – 1% ম্যাঙ্গানীজ থাকে। এছাড়াও অ্যালুমিনিয়ামের অন্যান্য সংকর ধাতু আছে যেগুলি বিশেষ প্রয়োজনে ব্যবহার করা হয়।

অ্যালুমিনিয়াম যৌগের মধ্যে ফিটকারি কাগজ শিল্পে, কাপড় রং করতে এবং জল শোধনের জন্যে ব্যবহৃত হয়। কোরাণ্ডাম ও এমারি পালিশের কাজে এবং অ্যাব্রেসিভ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অ্যান্ট্রামেরিন চুনকাম করতে, সাদা জামা-কাপড় আরো সাদা রাখতে, চিনি শিল্পে চিনিকে সাদা করার কাজে ব্যবহার করা হয়। অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড জৈব যৌগ সংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়।

সিলিকন (SILICON)

$_{14}Si^{28 \cdot 09}$

চিহ্ন = Si, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 14, পারমাণবিক গুরুত্ব = 28·09, ঘনত্ব = 2·36 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 1413°C, স্ফুটনাঙ্ক = 3500°C।

সিলিকন শব্দটা ল্যাটিন শব্দ Silex (মানে flint) থেকে এসেছে। তড়িৎ ধনাত্মক (electro positive) মৌলের মধ্যে সবচেয়ে বেশী পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রাপ্তি দিক থেকে অক্সিজেনের পর অর্থাৎ দ্বিতীয় মৌল, প্রায় 25·8% আছে। সিলিকনকে প্রকৃতিতে মৌল হিসেবে পাওয়া যায় না, কিন্তু যৌগ হিসেবে সিলিকা বা বালিতে, কোয়ার্টজে, ফ্লিন্টে, বেলেপাথরে, কাদায়, গ্রেনাইটে, ফেল্‌সপারে, অভ্রে ইত্যাদিতে সিলিকন পাওয়া যায়। সিলিকন আর সিলিকা এক জিনিস নয়, সিলিকন মৌল বস্তু এবং সিলিকা (সিলিকন ডাই-অক্সাইড) যৌগ বস্তু। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত সিলিকন যৌগ, 28, 29, 30 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট সিলিকনের তিনটি সমস্থানিক দিয়ে গঠিত। এছাড়া 27 এবং 31 ভর সংখ্যা-বিশিষ্ট সিলিকনের তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা হয়েছে। 1822 খ্রীষ্টাব্দে সুইডিশ রসায়নবিদ বার্জিলিয়াস (Berzelius) সিলিকন টেট্রা-

ক্লোরাইডকে পটাশিয়াম ধাতু দিয়ে বিজারিত করে সর্বপ্রথম সিলিকনকে মৌল হিসাবে আবিষ্কার করেন।

সিলিকাকে কার্বন বা ম্যাগনেশিয়াম দিয়ে বিজারিত করে সিলিকন প্রস্তুত করা যায়।

সিলিকন ধাতুকল্প মৌল, বিশুদ্ধ মৌল ভঙ্গুর, গাঢ় ধূসর বর্ণের, অস্বচ্ছ এবং এর ঔজ্জ্বল্য আছে। সিলিকন বিদ্যুৎ পরিবাহী এবং পরিবাহিতা তাপমাত্রা বাড়ার সঙ্গে বাড়ে, তাই এটা সেমিকণ্ডাক্টর (semiconductor) হিসেবে ব্যবহার করা যায়। অল্প পরিমাণে অন্য বস্তুর উপস্থিতিতে সিলিকনের সেমিকণ্ডাক্টর ধর্ম অনেক বেড়ে যায়। হাইড্রোফ্লোরিক এবং নাইট্রিক অ্যাসিড কেবলমাত্র সিলিকনকে দ্রবীভূত করতে পারে। কস্টিক সোডা বা পটাশ সিলিকনকে দ্রাব্য সিলিকিটে পরিণত করতে পারে।

সিলিকন জার্মেনিয়াম ধাতুর মতন সেমিকণ্ডাক্টর বলে রেক্টিফাইয়ার ট্রানজিস্টারে ব্যবহার করা হয়। সিলিকন ট্রানজিস্টার প্রায় 200°C পর্যন্ত কাজ করে, সেখানে জার্মেনিয়াম ট্রানজিস্টার 100°C পর্যন্ত কাজ করে। সিলিকন আলোকে বিদ্যুতে পরিণত করতে পারে বলে সৌর ব্যাটারীতে সিলিকন ব্যবহার করা যেতে পারে। সিলিকন অ্যালুমিনিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম, তামা ইত্যাদি ধাতুর সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুত করতে পারে, যেগুলি অনেক শক্ত। সিলিকন বা ফেরোসিলিকন অক্সিজেন অপসারক হিসেবে ধাতু শিল্পে (বিশেষ করে ইস্পাত শিল্পে) ব্যবহৃত হয়। 99% বিশুদ্ধ সিলিকন সিলিকোন (Silicone) রেজিন ও অয়েল ইত্যাদি প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। সিলিকা সিরামিক ও গ্লাস শিল্পে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। সিলিকা সিলিকন কার্বাইড এবং সিলিকন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। পিজো-ইলেকট্রিক (piezo electric)-এর জন্যে সিলিকার বড় মাপের কেলাস প্রয়োজন। গলিত কোয়ার্টজ সিলিকা গ্লাস, জৈব ক্লোরোসিলেন, সিলিকোন পলিমার প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। বিদ্যুৎ অপরিবাহী হিসেবে সিলিকোনকে ব্যবহার করা হয়। এছাড়া সিলিকোন টেক্সটাইল ও চামড়া শিল্পে ব্যবহৃত হয়। সিলিকাজেল জল-আকর্ষী হিসেবে ব্যবহৃত হয়। উপল (opal) পাথর রত্ন হিসেবে ব্যবহৃত হয় যা সিলিকনের যৌগ।

ফসফরাস (PHOSPHORUS)

$_{15}P^{30\cdot9738}$

চিহ্ন = P, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 15, পারমাণবিক গুরুত্ব = 30·9738, ঘনত্ব = 1·82 গ্রাম/সিসি (সাদা ফসফরাস), গলনাঙ্ক = 44·1°C, স্ফুটনাঙ্ক = 280°C।

ফসফরাস শব্দটা জার্মান শব্দ 'Phosphoros' মানে 'light bearer' থেকে এসেছে। কারণ ফসফরাস অন্ধকারে অনুপ্রভা সৃষ্টি করে। 1669 খ্রীষ্টাব্দে এইচ. ব্রাণ্ড (H. Brandt) নামক একজন অ্যালকেমিস্ট 'পরশ পাথর' খুঁজতে গিয়ে প্রথম ফসফরাস আবিষ্কার করেন।

মুক্ত অবস্থায় ফসফরাসকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, কিন্তু যৌগ হিসেবে ফসফরাস প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায় এবং ফসফেট হিসেবে প্রচুর খনিজে পাওয়া যায়। এদের মধ্যে ক্লোরোঅ্যাপাটাইট, ফসফোরাইট, ভিভিয়ানাইট ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য। ক্লোরোঅ্যাপাটাইট থেকে সাধারণত ফসফরাস আহরণ করা হয়। জন্তু-জানোয়ারের হাড়ে, মূত্রে (urine), মগজে এবং ডিমের হলদে অংশে ফসফরাস যৌগ হিসেবে আছে এবং অস্থি-ভস্ম (যা অস্থি থেকে প্রস্তুত করা হয়) থেকে ফসফরাস প্রস্তুত করা হয়। ভূত্বকে প্রায় 0·11% ফসফরাস আছে।

ক্যালসিয়াম ফসফেটকে বালি এবং কার্বন দিয়ে তড়িৎ চুল্লীতে বায়ুর অবর্তমানে অধিক তাপে উত্তপ্ত করলে সাদা ফসফরাস পাওয়া যায়। সাদা ফসফরাসকে 260°C-এ আবদ্ধ পাত্রে বায়ুর অবর্তমানে উত্তপ্ত করলে লাল ফসফরাস পাওয়া যায়। সাদা ফসফরাসকে 200°C-এ এবং 12000 বায়ু-মণ্ডলীয় চাপে বায়ুর অবর্তমানে উত্তপ্ত করলে কালো রংয়ের ফসফরাস পাওয়া যায়। লাল ফসফরাস এক বায়ুমণ্ডল চাপে বাষ্পীভূত করলে সাদা ফসফরাসে পরিণত হয়।

সাদা, লাল ও কালো ফসফরাস ফসফরাসের বহুরূপ (allotrope)। সাদা বা বর্ণহীন ফসফরাস স্বচ্ছ এবং মোমের মতন নরম। ঘনত্ব 1·82

গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক 44·1°C, স্ফুটনাঙ্ক 280°C। সাদা ফসফরাস অত্যন্ত বিষাক্ত পদার্থ, মাত্র 0·1 গ্রাম মানুষের মৃত্যুর পক্ষে যথেষ্ট। সাদা ফসফরাস জলে অত্যন্ত কম দ্রাব্য, কিন্তু বেনজিন, কার্বন ডাই-সালফাইড নামক দ্রাবকে দ্রাব্য। সাধারণ তাপমাত্রায় প্রতি ফসফরাসের অণুতে চারটি ফসফরাসের পরমাণু থাকে, কিন্তু তাপমাত্রা বাড়ানোর সঙ্গে সঙ্গে P_2 (অর্থাৎ দ্বিপরমাণুক) এবং পরে শুধু P (অর্থাৎ এক পরমাণুক) অবস্থায় উপনীত হয়। সাদা ফসফরাস বায়ুতে সতত জলে অনুপ্রভা (phosphorescence) সৃষ্টি করে। সাদা ফসফরাস বেশ সক্রিয়। তাই একে জলের মধ্যে রাখা হয়।

লাল ফসফরাসের রাসায়নিক সক্রিয়তা কম এবং বিষাক্ত পদার্থ নয়, ঘনত্ব 2·2 গ্রাম/প্রতি সিসি ; বাতাসে রাখলে অনুপ্রভা সৃষ্টি করে না। তাই এই লাল ফসফরাসকে জলের তলায় রাখতে হয় না।

কালো ফসফরাসের ঘনত্ব 2·7 গ্রাম প্রতি সিসি, এর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে। সাধারণ তাপমাত্রায় অস্থায়ী। কালো ফসফরাস তাপ ও বিদ্যুতের ভালো পরিবাহী।

সাদা ফসফরাস বিষাক্ত বলে, এটাকে ইঁদুর মারার বিষ হিসেবে এবং ডাক্তারখানায় ব্যবহৃত হয়। লাল ফসফরাস প্রচুর পরিমাণে দেশলাই নির্মাণে ব্যবহৃত হয় এবং আগে বাজী নির্মাণে ব্যবহৃত হতো। মৌল ফসফরাস ইনসেনডিয়ারি বোম (incendiary bomb), ফসফরিক অ্যাসিড এবং ফসফরাসের অন্যান্য অজৈব (inorganic) এবং জৈব যৌগ প্রস্তুতিতে প্রয়োজন হয়। ফসফরাস ফসফরাস ব্রোঞ্জ প্রস্তুতিতে, গ্যাস বিশ্লেষণে, ভাস্বর বাতিতে (incandescent lamp) ব্যবহার করা হয়। ফসফরাসের দ্রাব্য লবণগুলি সার হিসেবে প্রচুর ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া জলের খরতা দূরীকরণে, দাঁত মাজার পেস্ট প্রস্তুতিতে প্লাস্টিসাইজার হিসেবে ফসফরাসের যৌগগুলি ব্যবহার করা হয়। অ্যাডিনোসিন ট্রাইফসফেট (adenosine triphosphate ATP) ডিটারজেন্ট রূপে ও জলের খরতা দূরীকরণে ব্যবহার করা হয়।

জীব কোষের জন্যে ফসফরাস অত্যন্ত প্রয়োজনীয় মৌল। যেমন মেটাবোলিজম (metabolism), স্নায়ুতন্ত্রের ও পেশীর কাজে; ক্রোমোজমে, নিউক্লিইক (nucleic) অ্যাসিডে ফসফরাসের প্রয়োজন। উদ্ভিদের সালোক-সংশ্লেষণেও ফসফরাসের প্রয়োজন।

গন্ধক বা সালফার (SULPHUR)

$_{16}S^{32 \cdot 066}$

চিহ্ন = S, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 16, পারমাণবিক গুরুত্ব = 32·066, ঘনত্ব = 2·06 গ্রাম প্রতি সিসি (রোম্বিক সালফার), গলনাঙ্ক = 119°C (মনোক্লিনিক সালফারের), স্ফুটনাঙ্ক = 444·6°C।

গন্ধক বা সালফার অধাতব মৌল। প্রকৃতিতে মুক্ত এবং যুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। মুক্ত অবস্থায় সালফার সিসিলির আগ্নেয়গিরি অঞ্চলে এবং আমেরিকার লুইসিয়ানায়, টেক্সাসে এবং জাপানে প্রচুর পরিমাণে সঞ্চিত আছে। যুক্ত অবস্থায় সালফার চালকোপাইরাইটে, গেলেনায়, জিঙ্ক ব্লেণ্ডে, আয়রন পাইরাইটিসে, জিপসামে আছে। এছাড়া ঝরণার জলে হাইড্রোজেন সালফাইড হিসেবে এবং ডিমে সালফারের যৌগ আছে। পচা ডিমের গন্ধটা হাইড্রোজেন সালফাইডের জন্যে হয়। এছাড়া উল্কার পাথরে আয়রন সালফাইডকে পাওয়া যায়। ভূত্বকে 0·03% সালফার আছে। সমুদ্রের জলেও সালফার পাওয়া যায়।

সালফার নামের ইতিহাসটা জানা যায় না। মুক্ত অবস্থায় সালফারকে পাওয়া যায় বলে অতি প্রাচীনকাল থেকে সালফারের ব্যবহার জানা আছে। প্রাচীন কালেও সালফারকে পুড়িয়ে ঘরকে বিশোধন (জীবাণুমুক্ত) করা হতো। সালফারকে মৌল হিসেবে প্রথম চিহ্নিত করেন ল্যাভয়সিয়ে।

প্রথম মহাযুদ্ধের আগে পর্যন্ত সিসিলিই ছিল সালফার উৎপাদনের মুখ্যস্থান। এখন আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রের লুইসিয়ানা এবং টেক্সাসই প্রধান সালফার উৎপাদক অঞ্চল। এই অঞ্চলের সালফার মাটির অনেক নিচে আছে। তাই পাইপের সাহায্যে সুতপ্ত (superheated) জল পাঠিয়ে সালফারকে গলিয়ে পাইপের সাহায্যে ওপরে তোলা হয়। এইভাবে পাওয়া সালফার প্রায় 99·6% বিশুদ্ধ।

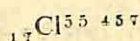
সালফারের অনেকগুলি বহুরূপ আছে। এদের মধ্যে সাধারণ তাপমাত্রায় স্থায়ী হলো রোম্বিক সালফার Rhombic Sulphur) বা α-সালফার। এটি হলুদ বর্ণের কঠিন পদার্থ, জলে অদ্রাব্য, ঘনত্ব 2·06 গ্রাম প্রতি সিসি।

তাপ ও বিদ্যুতের কুপরিবাহী। বেনজিন, ইথার, কার্বন ডাই-সালফাইড নামক দ্রাবকে দ্রাব্য রোম্বিক সালফারকে গলিয়ে আংশিক ঘনীভূত করলে সূচের মতন কেলাসিত সালফার পাওয়া যায়, যাকে মনোক্লিনিক (monoclinic) সালফার বলে। এই সালফারের ঘনত্ব 1·96 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক 119°C। সাধারণ তাপমাত্রায় অস্থায়ী এবং রোম্বিক সালফারে পরিণত হয়। উত্তপ্ত সালফারকে ঠাণ্ডা জলে ঢাললে রবারের ন্যায় এক প্রকার নমনীয় সালফার হয়, যার নাম প্লাস্টিক (plastic) সালফার। এর বর্ণ বাদামী হলুদ। এছাড়া দুধ সালফার, পারপেল (purple) সালফার আছে। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত সালফার 32, 33, 34, 36 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট স্থায়ী সমস্থানিক দিয়ে গঠিত। এর মধ্যে 32 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট সালফারই বেশী পরিমাণে পাওয়া যায়, প্রায় 95·1%।

সালফারের যৌগের মধ্যে সালফার ডাই-অক্সাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিডের নাম আমরা প্রায় সবাই শুনেছি। সালফারকে বাতাসে পোড়ালে নীল শিখায় জ্বলে সালফার ডাই-অক্সাইড সৃষ্টি করে। সালফার ডাই-অক্সাইড বিশেষ প্রক্রিয়ায় অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া করালে সালফার ট্রাই-অক্সাইড পাওয়া যায় যেটা জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সালফিউরিক অ্যাসিড দেয়।

প্রচুর পরিমাণে সালফার ভল্কানাইজিংয়ে, বারুদ এবং সালফার ডাই-অক্সাইড এবং সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। সালফার ডাই-অক্সাইড হিমায়নকারী পদার্থ (refrigerant) হিসেবে, সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে, এবং কাগজ শিল্পে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড অন্যতম প্রধান রাসায়নিক বস্তু। এটা পেট্রোলিয়াম বিশোধনে, সার শিল্পে, ধাতু প্রলেপে, ইস্পাতের তার নির্মাণে, রঞ্জন শিল্পে, ব্যাটারী শিল্পে, ফিটকারী, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে প্রচুর পরিমাণে প্রয়োজন হয়।

ক্লোরিন (CHLORINE)

$_{17}Cl^{35.457}$

চিহ্ন = Cl, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 17 পারমাণবিক গুরুত্ব = 35·457, ঘনত্ব = 1·57 গ্রাম/সিসি (স্ফুটনাঙ্কে), গলনাঙ্ক = – 102·4°C, স্ফুটনাঙ্ক = – 34°C।

হ্যালোজেন গোষ্ঠীর দ্বিতীয় সদস্য। প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। যৌগ হিসেবে প্রকৃতিতে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। সমুদ্র জলে দ্রবণ হিসেবে প্রথম স্থান হলো ক্লোরিনের। সমুদ্রজল সমেত ভূত্বকে প্রায় 0·19% ক্লোরিন আছে। ক্লোরিন সমুদ্রজলে প্রধানত সোডিয়াম ক্লোরাইড, পটাশিয়াম ক্লোরাইড এবং ম্যাগনেশিয়াম ক্লোরাইড রূপে আছে। তাছাড়া সৈন্ধভ লবণ (rock salt) হিসেবে সোডিয়াম ক্লোরাইড প্রচুর আছে, এছাড়া অন্যান্য অনেক খনিজে ক্লোরিন ক্লোরাইড হিসেবে আছে।

ক্লোরিন শব্দটা গ্রীক শব্দ থেকে এসেছে যার মানে পীতাভ সবুজ। হ্যালোজেনের মধ্যে ক্লোরিনকেই মৌল হিসেবে প্রথম প্রস্তুত করা হয়। 1774 খ্রীষ্টাব্দে শীলে (Scheele) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে জারিত করে ক্লোরিন প্রস্তুত করেন। কিন্তু মৌল হিসেবে ডেভিই প্রথম সনাক্ত করেন এবং এর নামকরণ ক্লোরিন তিনিই করেন।

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সঙ্গে ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড মিশিয়ে উত্তপ্ত করলে ক্লোরিন পাওয়া যায়। তাছাড়া সোডিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণে করলে বিশুদ্ধ ক্লোরিন পাওয়া যায়।

ক্লোরিন পীতাভ সবুজ বর্ণের গ্যাসীয় পদার্থ (সাধারণ তাপমাত্রায়), এর একটা ঝাঁঝালো গন্ধ আছে, বাতাসের থেকে আড়াই গুণ ভারী, বিষাক্ত এবং জলে দ্রাব্য। সহজেই একে তরলে পরিণত করা যায়। ক্লোরিন মানবদেহের মিউকাস ঝিল্লিকে (mucous membranes) সহজেই আক্রমণ করে এবং ফুসফুসের প্রচণ্ড ক্ষতি করে, ফলে মৃত্যু পর্যন্ত হয়। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ক্লোরিন 35 এবং

37 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট দুইটি সমস্থানিক দিয়ে গঠিত। ক্লোরিন হাইড্রোজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দেয়। ক্লোরিনের দ্বি-যৌগ পদার্থকে (অর্থাৎ দুটি মৌল দ্বারা গঠিত যৌগ) ক্লোরাইড বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ক্লোরিন খুবই সক্রিয়। ক্লোরিন জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও হাইপোক্লোরাইট উৎপন্ন করে। হাইপোক্লোরাইট ভেঙ্গে গিয়ে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে। সে অক্সিজেন জারণের এবং রঞ্জনের কাজে লাগে।

ক্লোরিন রঙ্গীন বস্ত্রকে বিরঞ্জন করতে কাজে লাগে। বস্ত্র শিল্পে কাগজ শিল্পে প্রচুর পরিমাণে ক্লোরিন বিরঞ্জনের কাজে লাগে। পানীয় জলকে জীবাণুমুক্ত করতে ক্লোরিন বা ব্লিচিং পাউডার (যা ক্লোরিনের একটা যৌগ) ব্যবহৃত হয়। ব্লিচিং পাউডার, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, অম্লরাজ (aquarigia) (যা হাইড্রোক্লোরিক ও নাইট্রিক অ্যাসিডের মিশ্রণ) প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। অম্লরাজে সোনা দ্রবীভূত হয়। D.D.T., ক্লোরোফর্ম (Chloroform) ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড প্রস্তুতিতেও ক্লোরিন ব্যবহৃত হয়, তবে এই ক্লোরোফর্মকে চেতনানাশকারী ক্লোরোফর্ম রূপে ব্যবহার করা হয় না। ক্লোরিন যুদ্ধের সময় বিষাক্ত গ্যাস রূপে ব্যবহার করা হয়।

আর্গন (ARGON)

$_{18}A^{39\cdot944}$

চিহ্ন – A, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 18, পারমাণবিক গুরুত্ব = 39·944, ঘনত্ব = 1·7837 গ্রাম প্রতি লিটার, গলনাঙ্ক = –189·4°C, স্ফুটনাঙ্ক = –185·87°C।

আর্গন বিরল বা নিষ্ক্রিয় গ্যাস শ্রেণীর মৌল। সর্বপ্রথম এর হদিশ

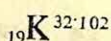
পাওয়া গিয়েছিল 1785 খ্রীষ্টাব্দে যখন হেনরী ক্যাভেণ্ডিস (Henry Cavendish) বিদ্যুৎ স্ফুলিঙ্গের সাহায্যে বাতাসের নাইট্রোজেনের সঙ্গে অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় সংযুক্ত করার চেষ্টা করেন। তিনি লক্ষ্য করেছিলেন যে শত চেষ্টা করেও অল্প গ্যাস কিছুতেই বিক্রিয়া করে না। এর প্রায় একশ বছর পর লর্ড র‍্যালে (Lord Rayleigh) দেখেন যে, বাতাসের থেকে যে নাইট্রোজেন পাওয়া যায় তার পারমাণবিক গুরুত্ব, নাইট্রোজেনের যৌগ যেমন অ্যামোনিয়া বা অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট থেকে যে নাইট্রোজেন পাওয়া যায় তার থেকে বেশী। পারমাণবিক গুরুত্বের এই পার্থক্য থেকে র‍্যামসে (Ramsay) প্রথম সিদ্ধান্ত করলেন যে বাতাসে নাইট্রোজেনের চেয়ে ভারী কোন মৌল আছে। পরে তিনি ও লর্ড র‍্যালে তরল বাতাসকে আংশিক পাতন করে 18 পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট মৌলটিকে আবিষ্কার করেন। এই মৌলটি অন্য কোন মৌলের বা যৌগের সঙ্গে যুক্ত হতে চায় না বলে এর নাম দেওয়া হলো আর্গন অর্থাৎ অলস। আর্গন শব্দটা গ্রীক শব্দ থেকে নেওয়া হয়েছে।

পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলই আর্গনের প্রধান উৎস। আর্গন যদিও বিরল গ্যাস শ্রেণীর মৌল তবুও এটা বিরল নয়। বাতাসে প্রায় 0·934% আর্গন আছে, এবং ভূত্বকে 0·00036%। প্রস্রবণের জলে হিলিয়ামের সঙ্গে আর্গনও পাওয়া যায়। দৃশ্যমান মহাশূন্যেও আর্গন আছে। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত আর্গন 36, 38, 40, ভর সংখ্যাবিশিষ্ট সমস্থানিক দিয়ে গঠিত। তার মধ্যে 40 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট আর্গন আছে 99·6%।

আর্গন বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বাদহীন গ্যাসীয় পদার্থ (সাধারণ তাপমাত্রায়)। আর্গনকে সহজেই তরলে বা কঠিনে পরিণত করা যায়। জলে আর্গন অক্সিজেনের থেকে বেশী দ্রাব্য। আর্গনের অনু এক পরমাণুক। আর্গন মোটামুটি বিদ্যুৎবাহী এবং আর্গনের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহে লাল আলো নির্গত হয়। সাধারণ অর্থে আর্গন কোন যৌগ দেয় না। আজকাল আর্গনের কিছু কিছু যৌগ প্রস্তুত করা হচ্ছে। ফ্লোরেসেণ্ট (fluorescent) বাতি ও বৈদ্যুতিক বাতি প্রস্তুতে আর্গন ব্যবহৃত হয়। লাল আলোর পরিবর্তে নীল ও সবুজ আলোর জন্যে নিওনের সঙ্গে আর্গন ব্যবহার করা

হয়। নিষ্ক্রিয় বাতাবরণ সৃষ্টিতে আর্গন ব্যবহার করা হয়। ঝালাইয়ের কাজে অক্সিজেনের সঙ্গে আর্গন ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া, গাইগার মূলার রেডিয়েশন কাউন্টারে (Geiger Muller Radiation Counter), আয়নাইজেশন চেম্বারে (ionization chamber) হিলিয়ামের পরিবর্তে ব্যবহৃত হয়। অ্যালুমিনিয়াম পাতকে কাটতে হাইড্রোজেনের সঙ্গে আর্গন মিশিয়ে শিখা উৎপন্ন করা হয়।

পটাশিয়াম (POTASSIUM)

$_{19}K^{32\cdot102}$

চিহ্ন = K, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 19, পারমাণবিক গুরুত্ব = 32·102, ঘনত্ব = 0·819 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 63·7°C এবং স্ফুটনাঙ্ক = 760°C।

পটাশিয়াম ক্ষারীয় ধাতু মৌল। পটাশিয়াম শব্দটা ইংরাজী শব্দ Potash থেকে এসেছে। মুক্ত অবস্থায় পটাশিয়ামকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। যৌগ হিসেবে প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। প্রাপ্তি দিক থেকে ভূত্বকে সপ্তম মৌল প্রায় 2·47% আছে। প্রতি দশ লক্ষ ভাগ সমুদ্র জলে 380 ভাগ পটাশিয়াম আছে। প্রধান প্রধান পটাশিয়ামের খনিজ হলো সিলভাইট, সল্ট পিটার, কার্নালাইট, পটাশ ফেল্‌সপার ইত্যাদি। জার্মানীর স্টাস্‌জফুর্টে (Stazsfurt) প্রচুর পটাশিয়ামের যৌগ পাওয়া যায়। মানুষের শরীরে প্রায় 0·35% পটাশিয়াম যৌগ হিসেবে আছে, যা সোডিয়ামের চেয়ে দ্বিগুণেরও বেশী। পটাশিয়াম গাছের পক্ষে অত্যন্ত প্রয়োজনীয় মৌল। 1807 খ্রীষ্টাব্দে স্যার হামফ্রি ডেভি পটাশিয়াম ক্লোরাডইকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে প্রথম পটাশিয়াম ধাতুকে আবিষ্কার করেন।

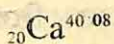
বর্তমানকালে উচ্চতাপে পটাশিয়াম ক্লোরাইডের সঙ্গে ধাতব সোডিয়ামের বাষ্পের বিক্রিয়ায় পটাশিয়াম বা পটাশিয়াম সোডিয়াম সংকর ধাতু প্রস্তুত করা হয়। পটাশিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণে পটাশিয়াম প্রস্তুত করা

হয় না, কারণ উৎপন্ন পটাশিয়াম কার্বন তড়িৎদ্বারের সঙ্গে বিক্রিয়া করে। অত্যন্ত সক্রিয় বলে উৎপন্ন পটাশিয়াম ধাতুকে তরল প্যারাফিন বা কেরোসিন তেলের মধ্যে রাখা হয়।

সদ্য কাটা পটাশিয়াম ধাতু রূপার মতন সাদা চকচকে। এটা নরম এবং জলের থেকে হাল্কা, বিদ্যুতের সুপরিবাহী, জলের সঙ্গে অত্যন্ত দ্রুততার সঙ্গে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন মুক্ত করে এবং আগুন ধরে যায়। – 100°C-এও পটাশিয়াম জলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে। পটাশিয়াম অক্সিজেন ও কার্বন মনোঅক্সাইডের সঙ্গে সহজেই বিক্রিয়া করে, কিন্তু নাইট্রোজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না।

পটাশিয়াম ধাতু জৈব যৌগ বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম পটাশিয়াম ধাতু সংকর সাধারণ তাপমাত্রায় তরল পদার্থ বলে উচ্চ তাপমাত্রা মাপার জন্যে থার্মোমিটারে ব্যবহৃত হয়। কিছু কিছু ফটো ইলেকট্রিক সেলে পটাশিয়াম ব্যবহার করা হয়। পটাশিয়াম ক্লোরাইড, হাইড্রক্সাইড, কার্বনেট, নাইট্রাইট ও নাইট্রেট প্রচুর কাজে ব্যবহৃত হয়। পটাশিয়াম ক্লোরাইড সার হিসেবে এবং পটাশিয়ামের অন্যান্য যৌগ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। কস্টিক পটাশ রসায়নাগারে ক্ষার হিসেবে এবং তরল সাবান প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। নরম সাবান প্রস্তুতিতে এবং গ্লাস শিল্পে পটাশিয়াম কার্বনেট ব্যবহৃত হয়। পটাশিয়াম নাইট্রেট (সোরা) বাজী ও দেশলাই প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

ক্যালসিয়াম (CALCIUM)

$_{20}Ca^{40 \cdot 08}$

চিহ্ন = Ca, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 20, পারমাণবিক গুরুত্ব = 40·08, ঘনত্ব = 1·54 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 845°C, স্ফুটনাঙ্ক = 1439°C।

ক্যালসিয়াম ক্ষারীয় মৃত্তিকা (alkaline earth) শ্রেণীর মৌল। প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। ক্যালসিয়াম শব্দটা চুনের ল্যাটিন শব্দ calx

থেকে এসেছে। যুক্ত অবস্থায় ক্যালসিয়াম প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। প্রাপ্তি দিক থেকে ভূত্বকে পঞ্চম মৌল এবং ধাতুর মধ্যে তৃতীয়—প্রায় 3·45%। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড হিসেবে সমুদ্রজলে প্রায় 0·15% আছে। ক্যালসিয়ামের প্রধান প্রধান খনিজ হলো, চুনাপাথর (lime stone), মার্বেল, ক্যালসাইট, আইসল্যাণ্ড স্পার, ডলোমাইট, ফ্লোরোস্পার, জিপসাম, অ্যাপেটাইট, অ্যাসবেস্‌টস ইত্যাদি। শাঁখ, ঝিনুক, শামুক এবং ডিমের খোলায় ক্যালসিয়াম কার্বনেট আছে। কোরাল বা প্রবাল বিভিন্ন আকারের ক্যালসিয়াম কার্বনেটের কঙ্কাল গঠন করে। ডোভারের বিখ্যাত খড়ির পাহাড় এক প্রকার জীবাণুর কঙ্কাল (যেটায় ক্যালসিয়াম কার্বনেট আছে) দিয়ে গঠিত। যে কোন জন্তুর নরম কোষ কলাতে (tissue) এবং হাড়ে ক্যালসিয়াম আছে। হাড়ে ক্যালসিয়াম কার্বনেট, ক্লোরাইড এবং ফসফেট আছে। মাটিতে ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেশিয়ামের যৌগ পাওয়া যায়।

1808 খ্রীষ্টাব্দে স্যার হামফ্রি ডেভি তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে প্রথম ক্যালসিয়াম মৌলকে আবিষ্কৃত করেন।

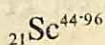
আজকাল পটাশিয়াম ক্লোরাইড, ক্যালসিয়াম ফ্লোরাইড মিশ্রিত ক্যাল-সিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে ধাতব ক্যালসিয়াম প্রস্তুত করা হয়। লাইম বা ক্যালসিয়াম অক্সাইডকে অ্যালুমিনিয়াম দিয়ে উত্তপ্ত করে বিজারিত করে ক্যালসিয়াম কখন কখন প্রস্তুত করা হয়।

ক্যালসিয়াম সাদা বর্ণের ধাতু। সদ্যকাটা ক্যালসিয়াম ধাতুর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে। কিন্তু বাতাসের উপস্থিতিতে সহজেই মলিন হয়ে পড়ে। ক্যালসিয়াম সোডিয়ামের চেয়ে শক্ত কিন্তু অ্যালুমিনিয়ামের চেয়ে নরম। ক্ষারীয় ধাতুর চেয়ে কম সক্রিয়। বিশুদ্ধ ধাতুকে তারে বা পাতলা পাতে পরিণত করা যায়। বাতাসে রেখে দিলে ক্যালসিয়ামের ওপর অক্সাইড ও নাইট্রাইটের আস্তরণ পড়ে যা ধাতুটিকে ক্ষয়ের হাত থেকে রক্ষা করে। ক্যালসিয়াম বিদ্যুৎবাহী এবং জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন মুক্ত করে।

ক্যালসিয়াম অক্সিজেন অপসারকরূপে, সীসা থেকে বিসমাথকে এবং আর্গন থেকে নাইট্রোজেনকে অপসারণের জন্যে,। অ্যালকোহল থেকে জল

অপসারণের জন্যে ব্যবহৃত হয়। ভ্যাকুয়াম টিউবে এবং ম্যাগনেশিয়ামের সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। ক্যালসিয়ামের যৌগগুলি প্রচুর কাজে ব্যবহৃত হয়। যেমন লাইমস্টোন সিমেণ্ট ও চুন প্রস্তুতিতে, জিপসাম প্যারিস প্লাস্টার হিসেবে, ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড জল অপসারক হিসেবে, পোড়াচুন (ক্যালসিয়াম অক্সাইড) কার্বন ডাই-অক্সাইডের শোষকরূপে, ক্যালসিয়াম কার্বাইড অ্যাসিটিলিন প্রস্তুতিতে, সোদক চুন (slaked lime) কমদামী ক্ষার হিসেবে এবং ব্লিচিং পাউডার বিরঞ্জনে ও বীজাণুনাশক হিসেবে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। স্বচ্ছ আইসল্যাণ্ড স্পার পোলারিগ্রাফে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া চুন ঘরের চুনকাম করতে ব্যবহৃত হয় এবং মার্বেল পাথর আগে বাড়ী তৈরিতে ব্যবহার করা হতো। তাজমহল ও জয়পুরের মার্বেল প্যালেস মার্বেল পাথর দিয়ে করা।

স্ক্যাণ্ডিয়াম (SCANDIUM)

$_{21}Sc^{44\cdot96}$

চিহ্ন = Sc, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 21, পারমাণবিক গুরুত্ব = 44·96, ঘনত্ব = 3·1 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 1400°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2870°C।

1871 খ্রীষ্টাব্দে পর্যায় সারণীর প্রবক্তা মেণ্ডেলিফ (Mandeleeff) প্রথম এই মৌলটি সম্বন্ধে ভবিষ্যৎ বাণী করেন এবং মৌলটির নাম দেন একা-বোরন (eka boron)। আই. এস. নিলসন (I. S. Nilson) স্ক্যানডিনেভিয়া থেকে প্রাপ্ত খনিজ থেকে মৌলটিকে আবিষ্কার করেন 1819 খ্রীষ্টাব্দে। তাঁর নিজের দেশের সম্মানার্থে তিনি এই মৌলটির নাম দেন স্ক্যাণ্ডিয়াম। উলফ্রেমাইট (wolframite), ইউজেনাইট (euxenite) নামক খনিজে 1--2% স্ক্যাণ্ডিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায়। স্ক্যাণ্ডিয়ামের প্রধান খনিজ হলো থরট্‌ভেইটাইট (thortveitite)। তাছাড়া ইটট্রিয়াম, ল্যান্থানামের খনিজের সঙ্গে 1—2%

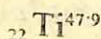
স্ক্যাণ্ডিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায়। প্রতি দশ লক্ষ ভাগ আগ্নেয় শিলায় 1—30 ভাগ স্ক্যাণ্ডিয়াম পাওয়া যায়। ভূত্বকে স্ক্যাণ্ডিয়াম আছে $0{\cdot}05 \times 10^{-4}$ %।

স্ক্যাণ্ডিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎবিশ্লেষণ করলে স্ক্যাণ্ডিয়াম পাওয়া যায়। বিশুদ্ধ স্ক্যাণ্ডিয়াম কেলাসাকার হয়। স্ক্যাণ্ডিয়ামকে আর্গন মাধ্যমে রাখা হয় এবং এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় নিয়ে যাওয়া হয়।

স্ক্যাণ্ডিয়ামের ধর্ম একা-বোরনের মতন, সেটা মেণ্ডেলিফ আগেই ভবিষ্যৎ-বাণী করেছিলেন। স্ক্যাণ্ডিয়াম ফিকে ধূসর বর্ণের ধাতব মৌল। এর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে এবং ঘনত্ব 3·1 গ্রাম প্রতি সিসি।

47 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট স্ক্যাণ্ডিয়াম ট্রেসারে ব্যবহৃত হয়। নিকেল অ্যানোডের জীবন বাড়ানোর জন্যে অতি অল্প মাত্রায় স্ক্যাণ্ডিয়াম নিকেলের সঙ্গে মেশানো হয়। ক্রাঙ্ক সাফ্‌ট প্রস্তুতিতে ঢালাই লোহাকে স্ক্যাণ্ডিয়ামে ডুবিয়ে নেওয়া হয়। অ্যাসিটিক অ্যাসিড থেকে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড প্রস্তুতিতে স্ক্যাণ্ডিয়াম অক্সাইড অনুঘটক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া ডাই-কার্বক্সাইলিক অ্যাসিড থেকে কিটোন, বৃত্তাকার যৌগ প্রস্তুতিতেও স্ক্যাণ্ডিয়াম অক্সাইড ব্যবহার করা হয়। বীজের অঙ্কুরোদ্গমের জন্যে অনেক সময় স্ক্যাণ্ডিয়াম সালফেট ব্যবহার করা হয়।

টাইটেনিয়াম (TITANIUM)

$_{22}Ti^{47{\cdot}9}$

চিহ্ন = **Ti**, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 22, পারমাণবিক গুরুত্ব = 47·9, ঘনত্ব = 4·49 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 1725°C, স্ফুটনাঙ্ক = 3260°C।

টাইটেনিয়াম কথাটা রোম দেশীয় উপকথা Titan থেকে এসেছে, যার মানে পৃথিবীর প্রথম সন্তান। 1791 খ্রীষ্টাব্দে ডবলু. গ্রেগর (W. Gregor) এটি আবিষ্কার করেন। 1795 খ্রীষ্টাব্দে এম. এইচ. ক্লপরথ (M. H. Klaproth)

স্বীয় প্রচেষ্টায় যে মৌলটি আবিষ্কার করেন, তার নাম দেন টাইটেনিয়াম। পরে দেখা গেল গ্রেগরের আবিষ্কৃত মৌলটিই হলো টাইটেনিয়াম।

মৌল হিসেবে টাইটেনিয়ামকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, উপরন্তু খনিজে টাইটেনিয়ামের ভাগ খুব কম থাকে। যদিও যৌগ হিসেবে মৌলটি প্রকৃতিতে নানানভাবে প্রচুর ছড়িয়ে আছে। ভূত্বকে প্রাপ্ত মৌলের মধ্যে এর স্থান দশম এবং প্রায় 0·42% পাওয়া যায়। প্রকৃতিতে টাইটেনিয়াম সাধারণত ডাই-অক্সাইড হিসেবে পাওয়া যায়। রূপভেদ অনুসারে ডাই-অক্সাইড খনিজের এক এক রকম নাম হয়, যেমন রুটাইল, অ্যানাটেসে, ব্রুকাইট ইত্যাদি। আমাদের ভারতে কালো রঙের টাইটেনিয়ামের যে খনিজ পাওয়া যায় তার নাম ইলমেনাইট, এতে ফেরাস অক্সাইড থাকে। বিরল মৃত্তিকা (rare earths) মৌলের খনিজের সঙ্গে প্রায়শ টাইটেনিয়াম যৌগ, পাওয়া যায়। যে কোন মাটিতে টাইটেনিয়ামের যৌগ হিসেবে পাওয়া যায়। নক্ষত্রে ও উল্কাতেও টাইটেনিয়ামের অস্তিত্ব মেলে।

টাইটেনিয়াম ধাতুর ওপর অক্সিজেন, নাইট্রোজেন মৌলের আসক্তি অত্যন্ত প্রবল। তাই এই ধাতুকে খনিজ থেকে আলাদা করা কঠিন ছিল। রুটাইলকে কার্বনের সঙ্গে মিশিয়ে ক্লোরিনের উপস্থিতিতে অধিক তাপে উত্তপ্ত করলে তরল টাইটেনিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়। এই তরল টাইটেনিয়াম ক্লোরাইডকে ক্যালসিয়াম বা সোডিয়াম বা ম্যাগনেশিয়াম ধাতু দিয়ে হিলিয়াম গ্যাসের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে টাইটেনিয়াম পাওয়া যায়।

আজকাল ক্রল (Kroll) পদ্ধতিতে টাইটেনিয়াম নিষ্কাশিত করা হয়। এই পদ্ধতিতে টাইটেনিয়াম ক্লোরাইডে হিলিয়াম বা আর্গন মাধ্যমে ম্যাগ-নেশিয়াম দিয়ে উত্তপ্ত করে স্পঞ্জের ন্যায় টাইটেনিয়াম পাওয়া যায়, যাকে গলিয়ে টাইটেনিয়ামের ব্লক প্রস্তুত করা হয়। বাণিজ্যিক টাইটেনিয়াম থেকে তার, রড, পাত, ব্লক প্রস্তুত করা হয়।

টাইটেনিয়াম সন্ধিগত মৌল (transitional element)। ঠাণ্ডায় কঠিন ও ভঙ্গুর, তপ্ত অবস্থায় যে কোন আকৃতিতে আনা যায়। ঠাসা (compact)

অবস্থায় ইস্পাতের মতন দেখতে। গুড়ো অবস্থায় ধূসর বা কালো দেখতে হয়। বিশুদ্ধ টাইটেনিয়ামে অত্যন্ত বেশী পালিশ করা যায় এবং চকচকে ভাবটা অনেক দিন পর্যন্ত টেকে। বৈদ্যুতিক চুল্লীতে টাইটেনিয়াম উদ্বায়ী হয়। কেবল মাত্র টাইটেনিয়ামই নাইট্রোজেনের সঙ্গে প্রবলভাবে বিক্রিয়া করে টাইটেনিয়াম নাইট্রাইড গঠন করে। টাইটেনিয়াম অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় টাইটেনিয়াম ডাই-অক্সাইড গঠন করে। টাইটেনিয়ামের ওপর সমুদ্রজলের কোন বিক্রিয়া নেই। টাইটেনিয়াম অ্যাসিটিক অ্যাসিড, নাইট্রিক অ্যাসিড এবং মোটামুটিভাবে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, সালফিউরিক অ্যাসিড রোধক। এটি তাই জাহাজ নির্মাণে ব্যবহার করা যায়। টাইটেনিয়ামের ওপর পাতলা অক্সাইড আস্তরণ একে ক্ষয়ের হাত থেকে রক্ষা করে। টাইটেনিয়াম স্টেনলেস ইস্পাতের ন্যায় কঠিন।

অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের ওপর টাইটেনিয়ামের আসক্তি থাকায় অক্সিজেন নাইট্রোজেনের অপসারকরূপে ধাতুবিদ্যায় টাইটেনিয়ামকে ব্যবহার করা হয়। যে কোন প্রকার ক্ষয়রোধক বলে টাইটেনিয়াম রাসায়নিক, ইলেকট্রনিক্স এবং নিউক্লিয়ার শিল্পে ব্যবহৃত হয়। টাইটেনিয়াম যদিও অ্যালুমিনিয়ামের থেকে দ্বিগুণ ভারী কিন্তু চার গুণ শক্তিশালী ও স্টেনলেস ইস্পাতের ন্যায় বলে এদিয়ে বিমানের যন্ত্রাংশ, জেটের সরু নল এবং অগ্নিসহ দেওয়ালে ব্যবহার করা হয়। টাইটেনিয়ামের ওপর সমুদ্র জলের কোন ক্রিয়া নেই বলে জলযান নির্মাণে ব্যবহার করা যেতে পারে।

টাইটেনিয়ামের যৌগের মধ্যে টাইটেনিয়াম ডাই-অক্সাইড কাগজ শিল্পে চামড়া, সিরামিক ও রবার শিল্পে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। সাদা রং হিসেবে টাইটেনিয়াম ডাই-অক্সাইডের জুড়ি নেই, কারণ এ বস্তুটি রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয়, অতি বেগুনী রশ্মির (u v light) এর ওপর কোন ক্রিয়া নেই, টাইটেনিয়াম ডাই-অক্সাইড দিয়ে রং করা জায়গা আপনা আপনি পরিষ্কার হয়ে যায় এবং সমপরিমাণ যেকোন রঙের চেয়ে টাইটেনিয়াম ডাই-অক্সাইড বেশী জায়গা ঢাকতে (রং করতে) পারে।

প্রথম মহাযুদ্ধের সময় ধোঁয়া সৃষ্টির জন্যে টাইটেনিয়াম ক্লোরাইডকে ব্যবহার করা হয়েছিল এবং আজকাল অ্যামোনিয়ার সঙ্গে টাইটেনিয়াম

ক্লোরাইডকে আকাশে লেখার (sky writing) কাজে ব্যবহার করা হয়।

বেরিয়াম টাইটেনেট পিজো ইলেকট্রিসিটি প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয় এবং শব্দকে (sound) তড়িতে পরিণত করতেও ব্যবহার করা হয়।

ক্লোরোটাইটেনিয়াম ইস্পাত শিল্পে ব্যবহার করা হয়।

ভ্যানাডিয়াম (VANADIUM)

$_{23}V^{50 \cdot 95}$

চিহ্ন = V, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 23, পারমাণবিক গুরুত্ব = 50·95, ঘনত্ব = 5·98 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 1715°C, স্ফুটনাঙ্ক = 3500°C (এর ওপর)।

স্ক্যানডিনেভিয়ার উপকথার Vanadis নামে দেবতার নামানুসারে এই মৌলটির নাম হয়েছে ভ্যানাডিয়াম। সুইডেনে অবস্থিত টাবার্জ (Taberg) নামে জায়গার থেকে পাওয়া লোহার খনিজ থেকে 1830 খ্রীষ্টাব্দে এন. জি. সেফস্ট্রম (N.G Sefstrom) প্রথম আবিষ্কার করেন।

মুক্ত অবস্থায় ভ্যানাডিয়ামকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, কিন্তু যৌগ হিসেবে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। কিন্তু প্রচুর পরিমাণে একজায়গায় পাওয়া যায় না। ভূত্বকে ভ্যানাডিয়াম প্রায় 0·015% আছে, যা নিকেল, জিঙ্ক, তামার থেকে বেশী। কারনোটাইট (Carnotite), পেট্রোনাইট (Petronite), ভ্যানাডাইট (Vanadite) নামে খনিজে ভ্যানাডিয়াম পাওয়া যায়। কিছু কিছু লোহা এবং ফসফেট খনিজে ভ্যানাডিয়াম পাওয়া যায়। তাছাড়া টাইটেনিফেরাস ম্যাগনেটাইট, টেলুরাইডে ভ্যানাডিয়াম পাওয়া যায়। এছাড়া যে চুল্লী তেলের সাহায্যে চলে সেখানকার ছাই (ash) থকে ভ্যানাডিয়াম পাওয়া যায়।

বায়ুশূন্য অবস্থায় ভ্যানাডিয়াম পেন্টা-অক্সাইডকে ক্যালসিয়াম ধাতু ও আয়োডিনের উপস্থিতিতে অধিক তাপে উত্তপ্ত করলে ভ্যানাডিয়াম পাওয়া

যায়। এই ভ্যানাডিয়াম বিশুদ্ধ নয়। ভ্যানাডিয়াম ট্রাইক্লোরাইডকে আর্গন মাধ্যমে ম্যাগনেশিয়াম দিয়ে উত্তপ্ত করলে বিশুদ্ধ ভ্যানাডিয়াম পাওয়া যায়।

বিশুদ্ধ ভ্যানাডিয়াম ইস্পাতের মতন ধূসর বর্ণের হয়, এর ঘনত্ব কম, কিন্তু অত্যন্ত কঠিন পদার্থ, ফলে এ কোয়ার্জের ওপর আঁচড় কাটতে পারে। ভ্যানাডিয়ামকে গুড়ো করা যেতে পারে এবং পালিশ করাও যেতে পারে। ভ্যানাডিয়ামকে নিয়ে ঠাণ্ডা ও গরম অবস্থায় কাজ করা যায়, কিন্তু গরম অবস্থায় কাজ করতে হলে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মাধ্যম প্রয়োজন। সাধারণ তাপমাত্রায় ভ্যানাডিয়ামের ওপর বায়ু বা জলের কোন ক্রিয়া নেই। ভ্যানাডিয়াম হাইড্রোক্লোরিক ও সালফিউরিক অ্যাসিড রোধক, কিন্তু নাইট্রিক অ্যাসিড রোধক নয়। 5·1° K-এ ভ্যানাডিয়াম অতি বিদ্যুৎ-পরিবাহী হয়।

ভ্যানাডিয়াম ইস্পাত সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। এটি ইস্পাতকে মজবুত, কঠিন ও ঘাত প্রতিরোধক করে তোলে। ভ্যানাডিয়ামের যৌগগুলি অ্যানিলিন ব্ল্যাক, ম্যালেইক অ্যানহাইড্রাইট ফটোগ্রাফিতে, থ্যালিক অ্যানহাইড্রাইট প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে প্লাটিনাম অ্যাসবেসটসের পরিবর্তে আজকাল ভ্যানাডিয়াম পেণ্টাক্সাইড ব্যবহার করা হয়। ভ্যানাডিয়ামের যৌগগুলি বিষাক্ত।

ক্রোমিয়াম (CHROMIUM)

$_{24}Cr^{52 \cdot 01}$

চিহ্ন = Cr, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 24, পারমাণবিক গুরুত্ব = 52·01 ঘনত্ব = 7·2 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 1830°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2300°C (এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে)।

1797 খ্রীষ্টাব্দে ভায়ুকুইলিন (Vauquelin) এই মৌলটি প্রথম আবিষ্কার করেন। ক্রোমিয়ামের যৌগগুলির সাধারণত সুন্দর বর্ণের হয় এবং এই

সুন্দর বর্ণের জন্য এই মৌলটির নাম হয় ক্রোমিয়াম। ক্রোমিয়াম কথাটা গ্রীক শব্দ থেকে এসেছে যার অর্থ হলো বর্ণ।

মৌল হিসেবে ক্রোমিয়ামকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। ক্রোমিয়ামের প্রধান খনিজ হলো ক্রোমাইট। সবুজ পান্নায় বেরিলের সঙ্গে ক্রোমিয়াম থাকে। ভূত্বকে ক্রোমিয়াম প্রায় 0·018% আছে।

বিশুদ্ধ ক্রোমিয়াম অক্সাইডকে অ্যালুমিনিয়াম দিয়ে বিজারিত করে বিশুদ্ধ ক্রোমিয়াম প্রস্তুত করা হয়।

ক্রোমিয়াম রূপার মতন সাদা উজ্জ্বল ধাতু। এটি কঠিন, ভঙ্গুর এবং বিদ্যুৎবাহী। কিন্তু এর বিদ্যুৎবাহীতা তামার চেয়ে অনেক কম। পিণ্ড (bulk) ক্রোমিয়াম ধাতু নরম ও নমনীয়। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ক্রোমিয়াম 50, 52, 53 ও 54 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট স্থায়ী সমস্থানিক দিয়ে গঠিত। এই সব সমস্থানিকের মধ্যে 52 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট ক্রোমিয়াম প্রকৃতিতে প্রায় 83·75%আছে। 51 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট ক্রোমিয়াম অস্থায়ী ও তেজস্ক্রিয় পদার্থ এবং এটিকে কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা যায়। ক্রোমিয়ামে খুব পালিশ করা যায় এবং সাধারণ তাপমাত্রায় জল বা বায়ু দিয়ে ক্রোমিয়াম আক্রান্ত হয় না।

বিশুদ্ধ ক্রোমিয়াম ক্রোম প্লেটিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়, তড়িৎ বিশ্লেষণ দিয়ে ক্রোম প্লেটিং করা হয়। এতে অন্যান্য ধাতুর ওপর খুব জমাট আস্তরণ দেওয়া যায়, ফলে ধাতুটিকে মরচে বা ক্ষয়ের হাত থেকে রক্ষা করা যায়। এছাড়াও ক্রোম প্লেটিংয়ের ফলে খুব সাদা, ঝকঝকে হয় এবং আলো খুব প্রতিফলিত হয়। এই সব গুণের জন্য ধাতু নির্মিত যন্ত্রাংশে, মোটর গাড়ীর চাকা, গৃহস্থালীর জন্য ব্যবহৃত বাসন-পত্রের ওপর ক্রোম প্লেটিং করা হয়। তাছাড়া ক্রোমিয়াম যৌগগুলি রাসায়নিক দ্রব্য প্রস্তুতিতে, চামড়া শিল্পে এবং উচ্চতাপ সহ ইট ও সিমেন্ট প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। Cr^{51} সমস্থানিক রেডিও থেরাপিতে ব্যবহৃত হয়। ডাইক্রোমেট যৌগ জারণ ও অ্যানালিটিক্যাল (analytical) রসায়নে ব্যবহার করা হয়।

ক্রোমিয়াম ধাতু সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহার করা হয়। স্টেনলেস ইস্পাতে 8—13% ক্রোমিয়াম থাকে। অল্প পরিমাণে ক্রোমিয়াম

ইস্পাতের কাঠিন্য অনেক বাড়িয়ে দেয়। বৈদ্যুতিক চুল্লীর তারকে অধিক রোধ ক্ষমতা দেওয়ার জন্যে নিকক্রোম বা ক্রোমেল ব্যবহার করা হয়। ক্রোমেলে 11—25% ক্রোমিয়াম, 50% নিকেল এবং অবশিষ্ট লোহা থাকে। কোবাল্ট ক্রোমিয়ামের সংকর ধাতু দিয়ে কাটিং মেশিনের হুইল তৈরি করা হয়, যা দিয়ে যন্ত্রপাতি অংশ কাটা যায়।

এ ছাড়া ক্রোমিয়াম যৌগ রঞ্জন শিল্পে ব্যবহৃত হয় এবং ফটো থেকে ব্লক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

ম্যাঙ্গানীজ (MANGANESE)

$_{25}Mn^{54.94}$

চিহ্ন = Mn, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 25, পারমাণবিক গুরুত্ব = 54·94, ঘনত্ব = 7·21 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 1247°C এবং স্ফুটনাঙ্ক = 2030°C।

মুক্ত অবস্থায় ম্যাঙ্গানীজ প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। প্রকৃতিতে অল্প পরিমাণে সর্বত্র নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। ম্যাঙ্গানীজের খনিজের মধ্যে সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য হলো পাইরোলুসাইট, এছাড়া ব্রাইনাইট, ম্যাঙ্গানাইটও আছে। ভূত্বকে প্রায় 0·085% ম্যাঙ্গানীজ আছে।

পাইরোলুসাইট বা ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইডের ব্যবহার অতি প্রাচীন। 1770 খ্রীষ্টাব্দে পট্ (Pott) পাইরোলুসাইটে লোহা নেই এবং 1774 খ্রীষ্টাব্দে শীলে প্রথম প্রমাণ করেন যে, পাইরোলুসাইটে একটি নতুন মৌল আছে। ঐ একই সময় গাহ্ন (Gahn) পাইরোলুসাইটকে কার্বন দিয়ে বিজারিত করে প্রথম ধাতব ম্যাঙ্গানীজ আবিষ্কার করেন। ম্যাঙ্গানীজ শব্দটা ল্যাটিন শব্দ Magnes মানে Magnet থেকে এসেছে। আবিষ্কারের পর মৌলটিকে ম্যাঙ্গানেশিয়াম (manganesium) বলা হতো। ম্যাগনেশিয়ামের সঙ্গে গণ্ডগোল যাতে না হয় তার জন্যে একে ম্যাঙ্গানীজ বলা হতে লাগলো।

ম্যাঙ্গানীজের অক্সাইডকে কার্বন বা অ্যালুমিনিয়াম দিয়ে উচ্চ তাপে

বিজারিত করে ম্যাঙ্গানীজকে নিষ্কাশিত করা হয়। অ্যালুমিনিয়ামের পরিবর্তে সোডিয়াম বা ম্যাগনেশিয়াম ব্যবহার করা যায়। তড়িৎ বিশ্লেষণ দিয়েও ম্যাঙ্গানীজ নিষ্কাশন করা যায়।

ম্যাঙ্গানীজ লোহার মতন দেখতে হলেও এটি কঠিন ও ভঙ্গুর। বিশুদ্ধ অবস্থায় লোহার মতনই রূপার সদৃশ সাদা। ম্যাঙ্গানীজের ঘনত্ব লোহার কাছাকাছি। ম্যাঙ্গানীজের চারটে বহুরূপ আছে। গুড়ো ম্যাঙ্গানীজ জলকে বিযোজিত (decompose) করতে পারে এবং দাহ্য বস্তু। ম্যাঙ্গানীজ তড়িৎবাহী পদার্থ।

লোহা বা ইস্পাত থেকে অক্সিজেন বিতাড়ন করাই ম্যাঙ্গানীজের প্রধান কাজ। এর জন্যে ইস্পাতে স্পাইজেল বা ফেরোম্যাঙ্গানীজ ব্যবহার করা হয়। স্পাইজেল ব্যবহারে ইস্পাত কঠিন ও ঘাতসহ হয়। ম্যাঙ্গালীন ম্যাঙ্গানীজ, তামা ও নিকেলের সংকর ধাতু, যেটা দামী রোধক (resistance), প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। ম্যাঙ্গানীজের যৌগের মধ্যে পাইরোলুসাইট কাচশিল্পে লেক্লাঞ্জ কোষ (Leclanche cell) প্রস্তুতিতে, ক্লোরিন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট জীবাণুনাশক, জারক দ্রব্য, বিরঞ্জন দ্রব্য হিসেবে ব্যবহার করা হয়; ক্যালিকো প্রিন্টিংয়ে এবং কালো এনামেল প্রস্তুতিতে ম্যাঙ্গানীজ যৌগ কাজে লাগে। ম্যাঙ্গানীজ গাছপালা ও জন্তু-জানোয়ারের জীবনের জন্য অপরিহার্য মৌল। ম্যাঙ্গানীজ ধাতুর সরাসরি ব্যবহার কম আছে।

লোহা (IRON)

$_{26}Fe^{55.85}$

চিহ্ন = Fe, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 26, পারমাণবিক গুরুত্ব = 55·85, ঘনত্ব = 7 86 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 1528°C, স্ফুটনাঙ্ক 2735°C ;

অতি প্রাচীনকাল থেকে লোহার ব্যবহার চলে আসছে। লোহার ল্যাটিন নাম হলো ফেরাম (ferrum), যার থেকে এর চিহ্নটা নেওয়া হয়েছে। মুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে লোহা প্রায় পাওয়া যায় না, কিন্তু যৌগ হিসেবে প্রচুর পরিমাণে লোহা ভূত্বকে ছড়িয়ে আছে। প্রাপ্তিদিক থেকে ভূত্বকে এর স্থান চতুর্থ এবং ধাতুর মধ্যে অ্যালুমিনিয়ামের পরই এর স্থান। ভূত্বকে 4·75% লোহা আছে। লোহার প্রধান খনিজ হলো হিমাটাইট, ম্যাগনেটাইট, লিমোনাইট, সিডেরাইট ইত্যাদি।

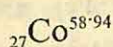
মারুৎ চুল্লীতে (blast furnace) হিমাটাইট কোক এবং চুনাপাথর এক সঙ্গে উত্তপ্ত করে ঢালাই লোহা (cast iron) প্রস্তুত করা হয়। এতে প্রচুর শুকনো বাতাস প্রয়োজন হয়। ঢালাই লোহা থেকে ইস্পাত প্রস্তুত করা হয়। ইস্পাত হলো লোহা আর কার্বনের সংকর ধাতু। ইস্পাতে অন্য ধাতু থাকলে তাকে ইস্পাত সংকর ধাতু বা অ্যালয় স্টীল বলে। আয়রন পেণ্টাকার্বনীলকে তাপ বিযোজনে বিশুদ্ধ লোহা (wrought) প্রস্তুত করা হয়।

বিশুদ্ধ লোহা সাদা, উজ্জ্বল ও নরম। বিশুদ্ধ লোহার দুটি রূপভেদ বা বহুরূপ আছে। লোহাকে চুম্বক বলরেখায় (magnetic fild) রাখলে এটা শক্তিশালী চুম্বকে পরিণত হয়, কিন্তু 768°C-এ লোহার এই ধর্ম সম্পূর্ণ নষ্ট হয়ে যায়। এই তাপমাত্রাকে লোহার কুরি পয়েণ্ট (curie point) বলে। লোহার অক্সিজেনের ওপর খুব আসক্তি আছে এবং জলীয় বাষ্পযুক্ত বায়ুতে লোহার ওপর মরচে ধরে। মরচে হলো লোহার সোদক (hydrated) অক্সাইড। সেজন্যে লোহার তৈরী জিনিসকে মরচের হাত থেকে রক্ষা করার জন্য লোহার ওপর জিঙ্ক, টিন, নিকেল বা ক্রোমিয়ামের প্রলেপ বা আস্তরণ দিয়ে দেওয়া হয় কিংবা রঙের প্রলেপ দেওয়া হয়। প্রলেপ ছাড়া লোহা বা ইস্পাতকে মরচের হাত থেকে রক্ষা করা শক্ত কাজ। স্টেনলেস ইস্পাতে মরচে ধরে না। আমাদের দেশে দিল্লীর কুতবমীনারের কাছে লোহার স্তম্ভটি বিস্ময়কর বস্তু, কারণ বাতাসে এবং জলবৃষ্টিতে খোলা অবস্থায় থাকা সত্ত্বেও এতে আজও মরচে ধরেনি।

বিশুদ্ধ লোহাকে সাধারণত কাজে লাগানো হয় না। ঢালাই লোহা দিয়ে

ঢালাইয়ের কাজ করা হয় এবং ইস্পাত প্রস্তুতিতে লাগে। ঢালাই লোহা দিয়ে কড়া, ঢালাই লোহার গ্রীল, লোহার সিঁড়ি ইত্যাদি প্রস্তুতিতে লাগে। 0·04—1·5% কার্বন বিশিষ্ট লোহাকে পেটা লোহা বলে। এ দিয়ে লোহার চাদর, পাত, তার ইত্যাদি প্রস্তুত করা হয়। ইস্পাত দিয়ে চাদর, তার, পাত, রড, লোহার কড়ি বরগা, রেল, পাইপ, নানান যন্ত্র নির্মাণে ব্যবহার করা হয়। ইস্পাতকে লাল করে উত্তপ্ত করে জল বা তেলে ডোবালে ইস্পাত অত্যন্ত কঠিন ও ভঙ্গুর হয়। কিন্তু ইস্পাতকে 250 – 300°C-এ উত্তপ্ত করলে ইস্পাত কঠিন হয় কিন্তু ভঙ্গুর হয় না। অ্যালয় স্টীল নানান যন্ত্র, ঘড়ির যন্ত্রাংশ, বাসন পত্র ইত্যাদি নানাবিধ প্রস্তুতির কাজে প্রয়োজন হয়। লোহার যৌগগুলিও নানান কাজে ব্যবহৃত হয়। লোহা রক্তের একটি প্রয়োজনীয় পদার্থ। রক্তের লাল অংশ হিমোগ্লোবিন (haemoglobin) দিয়ে গঠিত এবং প্রত্যেক হিমোগ্লোবিন অণুতে লোহার পরমাণু আছে, যা রক্তে অক্সিজেন পরিবহণ করে। পূর্ণাঙ্গ মানুষের শরীরে প্রায় তিনগ্রাম লোহা যৌগ হিসেবে আছে। শরীরে লোহার অভাব হলে রক্তাল্পতা (anaemia) হয়। সেক্ষেত্রে রোগীকে লোহার যৌগ যুক্ত টনিক বা বড়ি দেওয়া হয়।

কোবাল্ট (COBALT)

$_{27}Co^{58 \cdot 94}$

চিহ্ন = Co, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 27, পারমাণবিক গুরুত্ব = 58·04, ঘনত্ব = 8·83 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 1490°C, স্ফুটনাঙ্ক = 3100°C।

কোবাল্ট প্রকৃতিতে মুক্ত এবং যুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। মুক্ত কোবাল্ট সবসময় নিকেলের সঙ্গে পাওয়া যায়। স্মলটাইট এবং কোবাল্টাইট বা কোবাল্ট গ্লান্স-ই হলো কোবাল্টের প্রধান খনিজ। আগ্নেয়শিলায় কোবাল্ট পাওয়া যায়। উল্কার পাথরে, নক্ষত্রে কোবাল্ট আছে। তাছাড়া জলে,

জীবজন্তুর শরীরে কোবাল্ট পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায় 0.004% কোবাল্ট আছে।

লোহার খনিজের মতন দেখতে কিন্তু যাদের ভস্মীকরণ (smelted) করা যায় না, সেই সব খনিজকে আগেকার দিনের খনি মজুরেরা বলতো যে অপদেবতারা ভর করছে। অপদেবতাদের জার্মান ভাষায় কোবাল্টস (Cobalts বা Kobalts) বলা হতো। আর এই থেকে এই মৌলের নাম হয় কোবাল্ট।

1735 খ্রীষ্টাব্দে সুইডেনের রসায়নবিদ জর্জ ব্রাণ্ড্ট্ (George Brandt) প্রথম এই মৌলটিকে আবিষ্কার করেন।

বিশুদ্ধ কোবাল্ট অক্সাইডকে উচ্চ তাপে হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করে কোবাল্ট পাওয়া যায়।

কোবাল্ট রূপার মতন সাদা ধাতু, অনেকটা লোহার মতন। ইস্পাতের চেয়ে বেশী কঠিন ও ঘাতসহ। খুব বেশী নমনীয় নয়। কিন্তু অল্প পরিমাণে কার্বন থাকলে নমনীয় হয়। 1150°C-এর তলায় এটা লোহার চেয়ে বেশী চুম্বক দিয়ে আকৃষ্ট হয়। কোবাল্টের দুটি রূপভেদ আছে। 60 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট কোবাল্ট কৃত্রিমভাবে প্রস্তুত করা হয়। জমাট বাধা কোবাল্ট বায়ু বা জল দিয়ে আক্রান্ত হয় না।

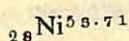
বেশীর ভাগ কোবাল্ট ধাতু সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। ফেরো-কোবাল্ট (35% Co আর 65% Fe) স্থায়ী চুম্বক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। ইস্পাত কাটার জন্যে টাংস্টেন কার্বাইড ও কোবাল্টের সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। স্টীলাইট (Stellite) নামে কোবাল্টের সংকর ধাতু ধাতব বস্তু কাটার জন্যে এবং স্টীলাইট অধিক তাপে অক্ষত থাকে বলে জেট ইঞ্জিন, টারবাইন প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। Co^{60} ক্যানসার চিকিৎসায় এবং তেজস্ক্রিয় ট্রেসার (tracer) রূপে জীববিদ্যায় ও শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

কোবাল্ট অক্সাইড নীল কাচ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। কোবাল্টের যৌগ সিলিকাজেলের সঙ্গে মিশিয়ে জলশোষক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। কারণ সিলিকাজেল বর্ণহীন এবং জল শোষণ করার পরও এটা বর্ণহীন

থাকে। সুতরাং সিলিকাজেল পুরো জল শোষণ করেছে কিনা বোঝার জন্যে কোবাল্টের যৌগ মেশানো হয়। কোবাল্ট যৌগ শুকনো অবস্থায় নীল কিন্তু আর্দ্র অবস্থায় ফিকে গোলাপী হয়।

খাদ্যপ্রাণ B_{12}-এ কোবাল্ট অণু থাকে এবং জীবন্ত কলায় (tissue) কোবাল্ট যৌগ থাকে। সুতরাং এটা শরীরের পক্ষে অপরিহার্য মৌল।

নিকেল (NICKEL)

$_{28}Ni^{58.71}$

চিহ্ন = Ni, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 28, পারমাণবিক গুরুত্ব = 58 71, ঘনত্ব = 8·9 প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 1432°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2840°C।

নিকেল লোহা, কোবাল্ট শ্রেণীর মৌল। আগ্নেয়শিলায় প্রায় 0·01% নিকেল আছে। উল্কার পাথরে নিকেল লোহার সঙ্গে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। প্রাপ্তির দিক থেকে ভূত্বকের 24-তম মৌল। পৃথিবীর অষ্ঠিতে (Core) প্রচুর পরিমাণে নিকেল লোহার সঙ্গে আছে যাকে নিকেল লোহাং অষ্ঠি বলে। পৃথিবীর 70% নিকেল পাওয়া যায় অণ্টারিও (Ontario) প্রদেশের সাডবারীতে (Sudbury)। একে সাডবারী নিকেল খনিজ বলে। এছাড়া মিলেরাইট, কুপকের নিকেল, নিকোলাইট হলো নিকেলের খনিজ। নিকেলের প্রধান খনিজ পেণ্টল্যাণ্ডাইট। প্রাণী ও উদ্ভিদে 1-3 ভাগ Ni পাওয়া যায় প্রতি দশ লক্ষ ভাগে। 1751 খ্রীষ্টাব্দে অ্যাক্সেল ফ্রেডরিক ক্রোনস্টেড (Axel Frederic Cronstedt) প্রথম এই মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং নাম দেন নিকেল। নিকেল শব্দটা কুপকের নিকেল (Kupfer nickel) নামে খনিজ থেকে এসেছে, যার অর্থ হলো 'শয়তানের তামা'। কারণ আগেকার দিনে কুপকের নিকেলে (যার রঙ লাল ছিল) তামা আছে বলে মনে করা হতো। কিন্তু শত চেষ্টা করেও এই খনিজ থেকে তামা নিষ্কাশিত করা যায় নি।

নিকেলের সালফাইড খনিজকে বাতাসের উপস্থিতিতে ভস্মীকরণ করে নিকেলকে অক্সাইডে পরিণত করা হয় এবং এই অক্সাইডকে কার্বন দ্বারা উচ্চ তাপে বিজারিত করে নিকেল পাওয়া যায়। এই নিকেল কার্বন মনোক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে উদ্বায়ী (volatile) নিকেল টেট্রাকার্বনীল উৎপন্ন করে যাকে উত্তাপে বিযোজিত করে বিশুদ্ধ নিকেল পাওয়া যায়।

নিকেল রূপার মত সাদা ধাতু। নিকেল প্রসার্যশীল বলে এর থেকে তার, বার, পাত ইত্যাদি প্রস্তুত করা যায়। নিকেল চুম্বক দিয়ে আকৃষ্ট হয়। তামার তুলনায় নিকেলের বিদ্যুৎবাহীতা অনেক কম (প্রায় 15%) এবং এর তাপপরিবাহীতা রূপার চেয়ে অনেক কম (মাত্র 15%)। অতি ক্ষুদ্র কণায় নিকেলকে কালো লাগে এবং এটি হাইড্রোজিনেশানে (hydrogenation) লাগে। বিশেষভাবে প্রস্তুত নিকেল গুড়ো অত্যন্ত দাহ্য পদার্থ, যদিও নিকেলের পিণ্ড বা বার দাহ্য নয়। নিকেল গুড়ো অ্যাসিড থেকে হাইড্রোজেন মুক্ত করতে পারে এবং প্যালাডিয়ামের ন্যায় অনেক আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাস শোষণ করতে পারে। নিকেল পাতে অত্যন্ত পালিশ করা যায়।

ধাতু সংকর প্রস্তুতিতে বেশীর ভাগ নিকেল ব্যবহৃত হয়। অন্যান্য ধাতুর তৈরী জিনিসের ওপর নিকেলের প্রলেপ দেওয়ার জন্যে নিকেল ব্যবহৃত হয়; এই নিকেলের প্রলেপ ক্ষয়রোধক এবং একে পালিশ করে চকচকে করা যায়। মুদ্রা প্রস্তুতিতে প্রাচীনকাল থেকে আজ পর্যন্ত নিকেল ব্যবহৃত হয়ে আসছে। উদ্ভিজ্জ তেলকে বনস্পতিতে পরিণত করতে (হাইড্রোজিনেশানের দ্বারা) নিকেল গুড়ো অনুঘটক রূপে ব্যবহৃত হয়। নিকেলের যৌগ স্টোরেজ ব্যাটারীতে ব্যবহৃত হয়।

নিকেলের সংকর ধাতুর মধ্যে সবচেয়ে পুরোন হল মোনেল মেটাল (66·6% Ni এবং 33·4% Cu)। মোলেন মেটাল ক্ষয়রোধক বলে জাহাজের প্রপেলার, ভাল্ব, পাম্প, স্প্রিং এবং নিউক্লিয়ার প্রপালশানে ব্যবহৃত হয়। শিল্পে ব্যবহৃত চুল্লী, থার্মোকাপল, বাসনকোসন ইত্যাদি প্রস্তুতিতে নিক্রোম (60% Ni, 40% Cu) ব্যবহৃত হয়। স্পার্ক প্লাগ নির্মাণে ডুরানিকেলে (4·75% Mg, 4·5% Al বাকী Ni) ব্যবহৃত হয়।

তাম্র বা তামা (COPPER)

$_{29}Cu^{63.54}$

চিহ্ন = Cu, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 29, পারমাণবিক গুরুত্ব = 63·54, ঘনত্ব = 8·92 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 1083°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2350°C।

মুক্ত ও যুক্ত উভয় অবস্থায় তামা প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। যদিও মুক্ত অবস্থায় তামা খুব দুষ্প্রাপ্য বস্তু। উত্তর আমেরিকার সুপিরিয়র হ্রদের কাছে তামা মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। যৌগ তামা সাধারণত সালফাইড হিসেবে পাওয়া যায়। এদের মধ্যে কপার গ্লান্স, চালকোপাইরাইটস্, ম্যালাকাইট, অ্যাজুরাইট উল্লেখযোগ্য। ভূত্বকে প্রায় 0·007% তামা আছে।

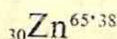
তামা, রূপা, সোনা অতি প্রাচীনকাল থেকে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। সম্ভবত তামাই সর্বপ্রথম ধাতু যা মানুষ ব্যবহার করে। তামা সাধারণত ব্রোঞ্জ হিসেবে প্রাগৈতিহাসিক যুগ থেকে ব্যবহার হয়ে আসছে। এ দিয়ে ছোরা, বর্শা, বর্ম, ছুরি ইত্যাদি তৈরি করা হতো। লোহা আবিষ্কারের আগে পর্যন্ত ব্রোঞ্জ দিয়েই সব কিছু করা হত। ভূমধ্যসাগরে অবস্থিত সাইপ্রাসে (Cyprus) ফিনিশিয়দের তামার খনি ছিল। আর সাইপ্রাস থেকে প্রাপ্ত এই মৌলকে রোমানরা বলতো সিপ্রিয়াম (Cyprium) পরে যেটা কিউপ্রাম (Cuprum) হয়। তামার ল্যাটিন নাম কিউপ্রাম থেকে তামার চিহ্নটা নেওয়া হয়েছে।

তামার খনিজে তামার পরিমাণ কম থাকে বলে গাঢ়ীকরণ নামে বিশেষ প্রক্রিয়ায় খনিজে তামার যৌগের পরিমাণ বৃদ্ধি করা হয়। এই গাঢ়ীকৃত খনিজকে তাপজারণ (roasting) ও স্বতঃবিজারণ দ্বারা তামা উৎপাদন করা হয়। এই তামাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে বিশুদ্ধ করা হয়।

তামার বর্ণ বিশেষ ধরনের লাল। বিশুদ্ধ তামা নরম, নমনীয় ও ঘাতসহ বস্তু। তামা বিদ্যুৎ ও তাপের সুপরিবাহী। রূপার পরই পরিবাহীতার দিক থেকে তামার স্থান। তামার ওপর শুকনো অক্সিজেনের কোন ক্রিয়া নেই।

তামার তার বৈদ্যুতিক কাজে লাগে। তামার পাত জলগাহ্ (water bath) প্রস্তুতিতে, ছাদ ঢাকার জন্যে এবং জাহাজের তলা ঢাকার জন্যে ব্যবহৃত হয়। ধাতু সংকর প্রস্তুতিতে প্রচুর তামা লাগে। ব্রোঞ্জ, পিতল, কাঁসা হলো তামার সংকর ধাতু। ব্রোঞ্জে তামা আর টিন থাকে, এ দিয়ে আজকাল মূর্তি গড়া হয়। পেতলে আছে তামা আর দস্তা, এদিয়ে বাসনকোসন সাধারণত প্রস্তুত করা হয়। কাঁসা (bell metal)-তে তামা, দস্তা এবং টিন থাকে যা দিয়ে কাঁসার বাসন, ঘণ্টা ইত্যাদি প্রস্তুত করা হয়। 90% রূপা ও 10 ভাগ তামা দিয়ে মুদ্রা তৈরি করা হয়। এছাড়া নিকেল-সিলভার সংকর ধাতু আছে যাতে তামা, দস্তা আর নিকেল থাকে। গহনার সোনাকে শক্ত করার জন্যে প্রতি 24 ভাগ সোনা-তামার সংকর ধাতুতে 2 ভাগ তামা থাকে। একে 22 ক্যারেট সোনা বা গিনি সোনা বলে।

দস্তা বা জিঙ্ক (ZINC)

$_{30}Zn^{65 \cdot 38}$

চিহ্ন = Zn, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 30, পারমাণবিক গুরুত্ব = 65·38, ঘনত্ব = 7·13 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 419·4°C এবং স্ফুটনাঙ্ক = 9060°C।

দস্তাকে মুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। কিন্তু যুক্ত অবস্থায় দস্তা নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। ভূত্বকে প্রায় 0·008% দস্তা আছে। ক্যালামাইন, জিঙ্কব্লেণ্ড, জিঙ্কাইট, ফ্রাংলিনাইট দস্তার প্রধান খনিজ।

ধাতু হিসেবে জিঙ্ককে খুব একটা বেশী দিন আগে সনাক্ত করা যায়নি, যদিও জিঙ্কের সংকর ধাতু পেতল, কাঁসার ব্যবহার অনেক পুরোন। মধ্যযুগে প্যারাসেলসাস (Paracelsus) প্রথম এই মৌলটিকে ধাতু হিসেবে সনাক্ত করেন।

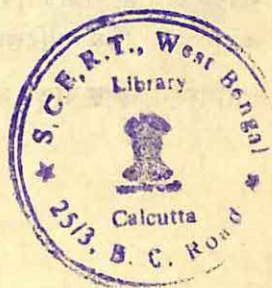
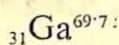
সাধারণত জিঙ্কব্লেণ্ডকে তাপজারণে জিঙ্ক অক্সাইডে পরিণত করা হয় এবং এই অক্সাইডকে কার্বন দিয়ে অধিক তাপে বিজারিত করে দস্তাকে পাতন

(distilled) করে নেওয়া হয়। পরে তড়িৎ বিশ্লেষণে বিশুদ্ধ দস্তা প্রস্তুত করা হয়।

দস্তা বা জিঙ্ক নীলচে সাদা এবং উজ্জ্বল ধাতু। বাতাসে রেখে দিলে এর উজ্জ্বলতা হারিয়ে মলিন হয়ে পড়ে। সাধারণ তাপমাত্রায় দস্তা মোটামুটি ভঙ্গুর, কিন্তু 100°C-এর ওপর বেশ নমনীয়; তখন দস্তাকে তার ও পাতে পরিণত করা যায়। দস্তার ওপর জলের কোন ক্রিয়া নেই। অবিশুদ্ধ দস্তা সহজেই অ্যাসিড থেকে হাইড্রোজেন মুক্ত করতে পারে। কিন্তু বিশুদ্ধ দস্তা সহজে অ্যাসিড থেকে হাইড্রোজেন মুক্ত করতে পারে না। সেক্ষেত্রে অ্যাসিডের সঙ্গে কিছুটা কপার সালফেটের দ্রবণ মেশালে হাইড্রোজেন মুক্ত হয়।

প্রচুর পরিমাণে দস্তা দস্তালেপনে ব্যবহার হয় যা লোহার পাতকে মরচের হাত থেকে রক্ষা করে। লোহার পাতকে গলিত দস্তার মধ্যে ডুবিয়ে নেওয়া হয়, এতে পাতটির ওপর দস্তার প্রলেপ পড়ে যায়। এই পদ্ধতিকে দস্তালেপন বা গ্যালভানাইজিং বলে। অনেক সময় লোহার পাতের ওপর দস্তা গুড়ো ছড়িয়ে উত্তপ্ত করে দস্তার প্রলেপ দেওয়া যায়, একে শেরাডাইজিং বলে। প্রচুর পরিমাণে দস্তা পেতল কাঁসা সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে লাগে। দস্তার গুড়ো বিজারণে লাগে এবং শুষ্ক কোষে (dry cell) প্রচুর দস্তা লাগে। দস্তা দিয়ে জলের পাত্র প্রস্তুত করা হয়। দস্তার সংকর ধাতু দিয়ে আজকাল মুদ্রা প্রস্তুত করা হয়। দস্তার যৌগের মধ্যে জিঙ্ক অক্সাইড জিঙ্ক হোয়াইট (Zinc white) নামে এবং জিঙ্ক সালফাইট ও বেরিয়াম সালফেটের মিশ্রণ লিথোপোন (lithopone) নামে রঞ্জন বস্তু হিসেবে ব্যবহৃত হয়। রসায়নাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতিতে সাধারণত দস্তা ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া সীসাকে রূপামুক্ত করতে এবং সোনা নিষ্কাশনে দস্তা ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া ক্যারেট সোনাকে পাকা সোনা করতে দস্তা ব্যবহার করা হয়।

গ্যালিয়াম (GALLIUM)

$_{31}Ga^{69.72}$

চিহ্ন = Ga, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 31, পারমাণবিক গুরুত্ব = 69·72, ঘনত্ব = 5·91 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 29·78°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2237°C।

ভূত্বকে গ্যালিয়াম সীসা বা থোরিয়ামের মতন আছে—প্রায় 15 গ্রাম প্রতি টনে। গ্যালিয়ামের খনিজ নানানভাবে ছড়িয়ে থাকলেও কোন খনিজে এর পরিমাণ বেশী নেই। জার্মেনাইট (Germanite) নামে খনিজেই গ্যালিয়াম সর্বাধিক পরিমাণে আছে। ব্রিটেনে কয়লার ছাই থেকে গ্যালিয়াম পাওয়া যায়। কিছু জিঙ্কব্লেণ্ডে এবং বক্সাইটে গ্যালিয়াম পাওয়া যায়।

মেণ্ডেলিফের সময় গ্যালিয়াম অজানা ছিল। মেণ্ডেলিফের পর্যায় সারণীতে গ্যালিয়ামের জায়গাটা ফাঁকা ছিল। কিন্তু তিনি এই মৌলটির সম্বন্ধে ভবিষ্যৎবাণী করেন। পরে এল. ডি বোইসবানড্রান (L. de Boisbandran) 1875 খ্রীষ্টাব্দে ফ্রান্সের এক বিশেষ জায়গায় প্রাপ্ত জিঙ্ক-ব্লেণ্ড থেকে মৌলটি আবিষ্কার করেন। এই ধাতুটির অস্তিত্ব প্রথমে বর্ণালী পরীক্ষায় ধরা পড়ে। পরে তিনি কয়েক গ্রাম গ্যালিয়াম ধাতু বার করতে সমর্থ হন। তিনি তাঁর স্বদেশ গ্যালিয়ার (Gallia) নামানুসারে এই মৌলটির নাম দেন গ্যালিয়াম।

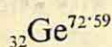
কঠিন গ্যালিয়াম নীলচে ধূসর বর্ণের, তরল গ্যালিয়াম রূপার মতন সাদা এবং আয়নার ন্যায় উজ্জ্বল। পারদ আর সিজিয়াম ছাড়া অন্য যে কোন ধাতুর চেয়ে গ্যালিয়ামে গলনাঙ্ক কম। গ্যালিয়ামের তিনটি বহুরূপ আছে, এদের α, β, γ-গ্যালিয়াম বলে।

গ্যালিয়ামের রাসায়নিক ধর্ম অ্যালুমিনিয়ামের মতন। গ্যালিয়াম উভধর্মী মৌল, কিন্তু অ্যালুমিনিয়ামের চেয়ে বেশী আম্লিক (acidic)। গ্যালিয়ামের লবণগুলি বর্ণহীন এবং গ্যালিয়ামের থেকে প্রস্তুত করা হয়। গ্যালিয়ামের লবণগুলি অল্প মাত্রায় বিষাক্ত। গ্যালিয়াম অ্যাসিডে এবং 100°C-এ জলে অদ্রাব্য। কিন্তু অবিশুদ্ধ ধাতু অ্যাসিড, ক্ষার এবং ক্লোরিনে দ্রাব্য। গ্যালিয়াম অন্যান্য ধাতুর সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুত করে। তরল গ্যালিয়ামকে

এর গলনাঙ্কের নিচে তরল অবস্থায় (অতিমাত্রায় শীতল অবস্থায়) রাখা যায়। কম তাপমাত্রায় অন্যান্য কম গলনাঙ্কের ধাতুর চেয়ে গ্যালিয়াম সবচেয়ে বেশী কঠিন অবস্থাপ্রাপ্ত হয়। বিসমাথ, জার্মেনিয়াম ও জলের ন্যায় তরল অবস্থা থেকে কঠিন অবস্থায় গ্যালিয়ামের আয়তন বৃদ্ধি পায়।

গ্যালিয়াম থার্মোমিটার ও ম্যানোমিটারে, আলোকিত (luminous) রং প্রস্তুতিতে, ট্রানজিসটরে, বর্ণালী মাপা যন্ত্রে, দাঁতের জন্য প্রয়োজনীয় পারদ সংকর (dental amalgam) ধাতুতে ও ওষুধে ব্যবহৃত হয়। গ্যালিয়াম আর্সেনাইড সৌর শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে পরিণত করতে পারে। অতি পরিবাহী বস্তুতে গ্যালিয়াম ব্যবহার করা হয়। পারদ বাতির (mercury lamp) চেয়ে গ্যালিয়াম বাতি (gallium lamp) অনেক বেশী কার্যকরী।

জার্মেনিয়াম (GERMENIUM)

$_{32}Ge^{72\cdot59}$

চিহ্ন = Ge, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 32, পারমাণবিক গুরুত্ব = 72·59, ঘনত্ব = 5·323 গ্রাম প্রতি সিসি, গলনাঙ্ক = 937·4°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2830°C।

1864 খ্রীষ্টাব্দে এ. আর. নিউল্যাণ্ড লক্ষ্য করেন যে, সিলিকন ও টিনের মধ্যবর্তী মৌলটি নেই। 1871 খ্রীষ্টাব্দে মেণ্ডেলিফ এই মৌলটি সম্বন্ধে প্রথম ভবিষ্যৎবাণী করেন। এই মৌলটির ধর্ম সম্বন্ধে তিনি অনেক কথা বলেন এবং এর নাম দেন একা-সিলিকন (eka-silicon)। 1885 খ্রীষ্টাব্দে ক্লিমেনস উইনক্লের (Clemens Winkler) রূপার খনিজ আর্জিরোডাইট (argyrodite) থেকে প্রথম এই মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং তাঁর স্বদেশ জার্মানীর নামানুসারে মৌলটির নাম দেন জার্মেনিয়াম।

জার্মেনিয়াম পৃথিবীতে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে এবং ভূত্বকের প্রতি দশ লক্ষ ভাগে 6·7 ভাগ জার্মেনিয়াম আছে। তামা, দস্তা, রূপার সালফাইড খনিজের সঙ্গে জার্মেনিয়াম সালফাইড হিসেবে থাকে।

গ্রাফাইট নির্মিত পাত্রে জার্মেনিয়াম ডাই-অক্সাইডকে 650°C-এ হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করে জার্মেনিয়াম প্রস্তুত করা হয়। এই জার্মেনিয়ামকে উত্তাপে তরল করা হয়, পরে এই তরলকে ঠাণ্ডা করে বিশুদ্ধ জার্মেনিয়াম প্রস্তুত করা হয়। এছাড়া কোল গ্যাস, ফ্লু গ্যাস থেকেও জার্মেনিয়াম আহরণ করা যেতে পারে।

জার্মেনিয়াম কার্বন, সিলিকন শ্রেণীর মৌল। কার্বন, সিলিকন অধাতব মৌল হলেও জার্মেনিয়ামের ধাতব রূপ আছে এবং এর ধাতব ধর্ম বিশেষ ক্ষেত্রে প্রকাশ পায়। জার্মেনিয়াম ধাতব ও অধাতব মৌলের সন্ধিস্থানে অবস্থান করে। জার্মেনিয়াম ধূসর সাদা রঙের, উজ্জ্বল ও অত্যন্ত ভঙ্গুর ধাতু। জল, বিসমাথ, গ্যালিয়ামের ন্যায় জার্মেনিয়াম তরল থেকে কঠিন হলে আয়তন বৃদ্ধি পায়। অল্প পরিমাণে জার্মেনিয়াম গাছের বৃদ্ধির পক্ষে সহায়ক, কিন্তু বেশী পরিমাণ ক্ষতিকারক। জার্মেনিয়াম হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য। জার্মেনিয়ামের সংকর ধাতু হয়।

দ্বিতীয় মহাযুদ্ধে জার্মেনিয়াম র‍্যাডারের মাইক্রোওয়েভের রেক্টিফিকেশনের (rectification) জন্য ব্যবহৃত হতো। প্রথম অবস্থায় ট্রানজিসটারে ব্যবহৃত হতো। এছাড়া ডাওড (diod) বাল্ব, শ্রবণযন্ত্র, রেডিও কমপিউটার নির্মাণে জার্মেনিয়াম ব্যবহৃত হয়। জার্মেনিয়াম A.C.-কে সহজে D.C.-তে পরিণত করতে পারে। তাছাড়া থার্মোমিটারে, ইনফ্রারেড সনাক্তকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়। প্রতিফলনের জন্য জার্মেনিয়াম ফিল্ম ব্যবহৃত হয়।

আর্সেনিক (ARSENIC)

$_{33}As^{74 \cdot 92}$

চিহ্ন = As, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক 33, পারমাণবিক গুরুত্ব = 74·92, ঘনত্ব = 5·72 গ্রাম প্রতি সিসি (সাদা As), গলনাঙ্ক = 817°C (36 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে), স্ফুটনাঙ্ক = 633°C।

আর্সেনিক মুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে অল্প পাওয়া যায়। কিন্তু যুক্ত অবস্থায় বেশী পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায় $5 \times 10^{-4}\%$ আর্সেনিক আছে। আর্সেনিকের খনিজ হলো—আর্সেনোপাইরাইটস, রিয়েলগার, অরপিমেণ্ট, কোবাল-টাইট, রূপার খনিজ আর্সেনাইড। এছাড়া ঢালাই লোহা ও জিঙ্কে আর্সেনিক পাওয়া যায়।

প্রাকৃতিক আর্সেনিক সালফাইড প্রাচীনকাল থেকে জানা ছিল এবং আর্সেনিকের খনিজ রিয়েলগার ও অরপিমেণ্টের কথা অ্যারিস্টোটল (Aristotle) উল্লেখ করেছেন। কিন্তু ত্রয়োদশ শতাব্দীতে অ্যালবের্টাস ম্যাগনাস (Albertus Magnus) মৌল আর্সেনিক প্রস্তুতের কথা প্রথম বলেন। অ্যালকেমিস্টরা আর্সেনিক সালফাইডকে বায়ুজারণ করে 'সাদা আর্সেনিক' (white arsenic) বা আর্সেনাস অক্সাইড প্রস্তুত করতে জানতেন এবং এই সাদা আর্সেনিকের বিষক্রিয়া সম্বন্ধে তাঁরা জানতেন। প্যারাসেলসাস (Paracelsus) প্রথম আর্সেনিক যৌগকে ঔষধ হিসেবে কাজে লাগান।

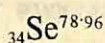
আর্সেনিক সালফাইডকে তাপজারণে অক্সাইডে পরিণত করে তাকে কার্বন দিয়ে অধিক তাপে বিজারিত করলে মৌল আর্সেনিক পাওয়া যায়।

ফসফরাসের ন্যায় আর্সেনিকের কতকগুলি বহুরূপ পাওয়া যায়, যেমন ধাতব বা ধূসর বর্ণের আর্সেনিক (বা γ-আর্সেনিক), হলুদ আর্সেনিক এবং কালোরঙের আর্সেনিক (β-আর্সেনিক)। ধাতব আর্সেনিক হলো আর্সেনিকের সাধারণ রূপ, এটি ইস্পাতের ন্যায় ধূসর বর্ণের কেলাসাকার ও স্থায়ী পদার্থ, যার ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে। ধাতব আর্সেনিক নরম ভঙ্গুর এবং বিদ্যুৎবাহী। এর ঘনত্ব 5·72 গ্রাম প্রতি সিসি। 633°C-এ আর্সেনিক না গলে ঊর্ধ্বপাতিত (sublime) হয়। আর্সেনিকের বাষ্পকে হঠাৎ ঠাণ্ডা করলে হলুদ আর্সেনিক পাওয়া যায়। হলুদ আর্সেনিক স্বচ্ছ ও মোমের মতন, ঘনত্ব 1·97 গ্রাস/সিসি। আলো বা তাপমাত্রার প্রভাবে হলুদ আর্সেনিক ধাতব আর্সেনিকে পরিবর্তিত হয়। আর্সেনিক হাইড্রাইডকে তাপ বিয়োজন করলে কালো আর্সেনিক পাওয়া যায়, যার ঘনত্ব 4·7 গ্রাম / সিসি।

আর্সেনিক মোটামুটি ক্রিয়াশীল। আর্সেনিককে উত্তপ্ত করলে (বায়ুতে) নীল শিখায় জ্বলে আর্সেনাস অক্সাইড গঠন করে।

সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে আর্সেনিক সাধারণত ব্যবহৃত হয়। গানসট (gunshot) প্রস্তুতিতে সীসা ও আর্সেনিক সংকর ধাতু প্রয়োজন। আর্সেনিকের যৌগগুলি অত্যন্ত বিষাক্ত, আমাদের দেশে একে সেঁকোবিষ বলে। আর্সেনাস অক্সাইড পোকামারার জন্যে, চামড়া ও পাখীর পালক সংরক্ষণে, রঞ্জন বস্তু প্রস্তুতিতে এবং ওষুধে ব্যবহৃত হয়।

সেলেনিয়াম (SELENIUM)

$_{34}Se^{78 \cdot 96}$

চিহ্ন = Se, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 34, পারমাণবিক গুরুত্ব = 78·96, ঘনত্ব = 4·82 গ্রাম প্রতি সিসি (ধূসর ধাতব সেলেনিয়াম), গলনাঙ্ক = 220·2°C, স্ফুটনাঙ্ক = 688°C।

সেলেনিয়াম শব্দটা জার্মান শব্দ selene মানে চাঁদ থেকে এসেছে। 1817 খ্রীষ্টাব্দে জন্‌স. জে. বার্জিলিয়াস (Jons J. Berzelius) এবং জে. জি. গাহ্‌ন (J. G. Gahn) মৌলটি আবিষ্কার করেন।

সেলেনিয়ামকে যুক্ত ও মুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। ভূত্বকে রূপার পর সেলেনিয়ামের স্থান। বার্জিলিয়ানাইট, টাইমান্‌নাইট, নউমান্‌নাইট হলো সেলেনিয়ামের খনিজ। সেলেনিয়ামের প্রধান খনিজ হলো ক্রুসথালাইট। ফ্লু ডাস্টে, পাইরাইটসে সেলেনিয়াম পাওয়া যায়। তড়িৎ বিশ্লেষণ দিয়ে তামার বিশোধনকালে সবচেয়ে বেশী সেলেনিয়াম পাওয়া যায়। মানুষের দাঁতে ও হাড়ে এবং পালং শাকে অতি অল্প পরিমাণে সেলেনিয়াম আছে।

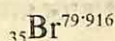
সেলেনিয়াম যৌগকে সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে ফুটিয়ে সেলেনিয়াম ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায়। যাকে উর্ধ্বপাতনে বিশোধন করা হয়। এই

বিশুদ্ধ সেলেনিয়াম ডাই-অক্সাইডকে সালফার ডাই-অক্সাইড দিয়ে বিজারিত করে সেলেনিয়াম পাওয়া যায়।

সেলেনিয়াম অধাতব মৌল। সেলেনিয়ামের অনেকগুলি বহুরূপ আছে—যেমন মনোক্লিনিক, ধাতব এবং অনিয়তাকার সেলেনিয়াম, মনোক্লিনিক সেলেনিয়ামের গলনাঙ্ক 144°C এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 4·42। ধাতব সেলেনিয়ামের গলনাঙ্ক 220·2°C এবং আপেক্ষিক গুরুত্ব 4·82। মনোক্লিনিক সেলেনিয়াম কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রাব্য। ধাতব সেলেনিয়াম কার্বন ডাই-সালফাইডে অল্প দ্রাব্য এবং বিদ্যুৎবাহী ও ধাতব সেলেনিয়ামের বিদ্যুৎবাহীতা আলোর উপস্থিতিতে অনেকগুণ বেড়ে যায়। অনিয়তাকার সেলেনিয়ামের আঃ গুঃ 4·28 এবং গলনাঙ্ক 69° থেকে 80°C-এর মধ্যে, এটি কার্বন ডাই-সালফাইডে মোটামুটি দ্রাব্য।

সেলেনিয়ামের ধর্ম সালফারের মতন। হাইড্রোজেন সেলেনাইড অত্যন্ত বিষাক্ত পদার্থ। সেলেনিয়াম ফটো ইলেকট্রিক সেলে, গ্লাস শিল্পে (লাল রংয়ের জন্য), ফটোগ্রাফী শিল্পে, রবারের ভল্কানাইজিংয়ে এবং রেক্টিফায়ারে ব্যবহৃত হয়। বীজাণু ও ছত্রাকনাশক হিসেবে, অগ্নিনিরোধক তার ও কাগজ প্রস্তুতিতে এবং স্টেনলেশ ইস্পাত প্রস্তুতিতে সেলেনিয়াম ব্যবহৃত হয়। বাতাসে পারদের উপস্থিতি সনাক্তকরণে হাইড্রোজেন সেলেনাইড পেপার ব্যবহার করা হয়। সেলেনিয়াম নিজে বিষাক্ত নয়, কিন্তু অ্যালকালী সেলেনেট মারাত্মক বিষাক্ত পদার্থ। সেলেনিয়াম ও সেলেনিয়াম যৌগ বুনসেন দীপে নীল শিখায় জলে।

ব্রোমিন (BROMINE)

$_{35}Br^{79 \cdot 916}$

চিহ্ন = Br, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 35, পারমাণবিক গুরুত্ব = 79·916, ঘনত্ব = 3·1187 গ্রাম প্রতি সিসি (20°C-এ), গলনাঙ্ক = − 7·3°C স্ফুটনাঙ্ক 58·8°C।

হ্যালোজেন গোষ্ঠীর তৃতীয় সদস্য। প্রকৃতিতে ব্রোমিন মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না, যুক্ত অবস্থায় ব্রোমিন পাওয়া যায়। ভূত্বকে $2{\cdot}5 \times 10^{-4}$ % ব্রোমিন আছে। সমুদ্রজলে ব্রোমিন ব্রোমাইড হিসেবে আছে। প্রতি দশ লক্ষ ভাগ সমুদ্রজলে প্রায় 65 ভাগ ব্রোমিন আছে, সেখানে ক্লোরিন আছে 13000 ভাগ।

এ. জে. বালার্ড (A. J. Balard) 1826 খ্রীষ্টাব্দে প্রথম আবিষ্কার করেন এবং ব্রোমিনের ঝাঁঝালো গন্ধের জন্যে এর নাম দেন ব্রোমিন, যা গ্রীক শব্দ থেকে নেওয়া হয়েছে।

ব্রোমাইড লবণের সঙ্গে ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় ব্রোমিন উৎপন্ন হয়। বাতাস প্রবাহিত করে এই ব্রোমিনকে দ্রবণ থেকে পৃথক করা হয় এবং অন্য কোন বস্তুতে শোষণ করান হয়। পরে শোষিত ব্রোমিনকে পুনরায় মুক্ত করা হয়। আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে সমুদ্রজল থেকে সরাসরি ব্রোমিন প্রস্তুত করা হয়।

ব্রোমিনের অণু দ্বিপরমাণুক। ব্রোমিন লালচে বাদামী বর্ণের ভারী ও উদ্বায়ী তরল। তরল ব্রোমিন থেকে সাধারণ তাপমাত্রায় লালচে বাদামী বর্ণের বাষ্প বার হয়, যার একটা অস্বস্তিকর ঝাঁঝালো গন্ধ আছে। তরল ব্রোমিন মানুষের ত্বকে লাগলে ক্ষত সৃষ্টি করে। ব্রোমিন বাষ্প মিউকাস (mucous) ঝিল্লিকে আক্রমণ করে। 200°C-এ প্রায় সাড়ে তিন গ্রাম ব্রোমিন 100 গ্রাম জলে দ্রাব্য। ব্রোমাইড লবণ বা হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে জলে ব্রোমিনের দ্রাব্যতা বেড়ে যায়। 79 এবং 81 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট স্থায়ী সমস্থানিক প্রকৃতিতে প্রত্যেকটি প্রায় 50% করে আছে। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ব্রোমিন ক্লোরিনের ন্যায়, তবে অনেক নিষ্ক্রিয়।

প্রচুর পরিমাণে ব্রোমিন ইথেলিন ডাই-ব্রোমাইড প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়, যা অ্যান্টিনকিং (antiknocking) দ্রব্য হিসেবে টেট্রাইথাইল লেডের সঙ্গে পেট্রোলে মেশানো হয়। ব্রোমিন কাঁদানে গ্যাস প্রস্তুতিতে, বীজাণুনাশক ও বিরঞ্জন হিসেবে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম, পটাশিয়াম ব্রোমাইড ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া কিছু ব্রোমিন যৌগ প্রশান্তিদায়ক (sedative) ঔষুধ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

ক্রিপটন (KRYPTON)

$_{36}Kr^{83\cdot8}$

চিহ্ন = Kr, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 36, পারমাণবিক গুরুত্ব = 83·8, ঘনত্ব = 3·749 গ্রাম/লিটার (0°C-এ ও এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে), গলনাঙ্ক = – 157·2°C, স্ফুটনাঙ্ক = – 153·35°C। তরল ক্রিপটনের ঘনত্ব, 2·413 গ্রাম/সিসি।

ক্রিপটন বিরল বা নিষ্ক্রিয় গ্যাস শ্রেণীর মৌল। ক্রিপটন শব্দটা গ্রীক শব্দ Kryptos মানে লুকানো (hidden) থেকে এসেছে। ভূত্বকে 2×10^{-8}% ক্রিপটন আছে। ক্রিপটনের বাণিজ্যিক উৎস হল বাতাস প্রতি দশলক্ষ ভাগ বাতাসে 1·14 ভাগ ক্রিপটন আছে। কিছু খনিজে, উল্কায় এবং মাদাগাস্কারে অবস্থিত কিছু উষ্ণ প্রস্রবণে অতি অল্প পরিমাণে ক্রিপটন পাওয়া যায়।

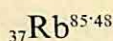
1898 খ্রীষ্টাব্দে ইংলণ্ডে স্যার উইলিয়ম র‍্যামসে (Sir William Ramsay) এবং এম. ডব্লু. ট্রাভার্স তরল বায়ু থেকে অক্সিজেন, নাইট্রোজেন অপসারণের পর যে তরল পান তার থেকে ক্রিপটন আবিষ্কার করেন। ক্রিপটনের অস্তিত্ব বর্ণালী বিশ্লেষণ দিয়ে সনাক্ত করা হয়।

অন্যান্য নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মতন ক্রিপটন বর্ণহীন, গন্ধহীন ও স্বাদহীন। ক্রিপটনের অণু এক পরমাণুক। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ক্রিপটন 78, 80, 82, 83, 84, 86 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট স্থায়ী সমস্থানিক দিয়ে গঠিত। এদের মধ্যে কোনটিই তেজস্ক্রিয় পদার্থ নয়। তবে কৃত্রিম উপায়ে তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক প্রস্তুত করা যায়। ক্রিপটন কিছু যৌগ গঠন করে, তবে যৌগগুলি সাধারণ তাপমাত্রায় স্থায়ী নয়। ক্রিপটন টেট্রাক্লোরাইড —40°C-এ স্থায়ী।

অতি অল্প পরিমাণে ক্রিপটন পাওয়া যায় বলে ক্রিপটনের তেমন কোন ব্যবহার নেই। বিশেষ ধরনের বৈদ্যুতিক বাল্ব ও টিউব লাইট ভর্তির জন্যে ক্রিপটন প্রধানত ব্যবহৃত হয়ে থাকে। সীলকরা কোন জিনিসে ছিদ্র আছে কিনা পরীক্ষার জন্যে তেজস্ক্রিয় ক্রিপটন 85 (অর্থাৎ ভর সংখ্যা 85) ব্যবহার

করা হয়। তাছাড়া শক্তির উৎস ছাড়া এক বিশেষ ধরনের বাতি প্রস্তুতিতে ক্রিপটন 85 ব্যবহৃত হয়। কসমিক রশ্মি পরীক্ষার জন্য ক্রিপটন আয়নাইজেশান চেম্বারে (ionization chamber) ব্যবহার করা হয়।

রুবিডিয়াম (RUBIDIUM)

$_{37}Rb^{85\cdot48}$

চিহ্ন = Rb, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 37, পারমাণবিক গুরুত্ব = 85·48, ঘনত্ব = 1·52 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 39°C, স্ফুটনাঙ্ক = 696°C।

1861 খ্রীষ্টাব্দে আর. বুনসেন (R. Bunsen) এবং জি. আর. কিরচফ (G. R. Kirchhoff) বর্ণালী বিশ্লেষণ করে রুবিডিয়াম আবিষ্কার করেন এবং ওই বছর বুনসেন রুবিডিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে রুবিডিয়াম ধাতু প্রস্তুত করেন। বর্ণালীতে রুবিডিয়ামের লাল আলোর লাইন দেখতে পাওয়া যায়। যার থেকে রুবিডিয়াম শব্দটা এসেছে। কারণ গ্রীক শব্দ Rubidus মানে ঘন লাল (dark red)।

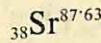
মুক্ত অবস্থায় রুবিডিয়াম প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। ভূত্বকে রুবিডিয়াম প্রচুর পরিমাণে আছে, প্রায় 0·028% এবং সেটা ক্রোমিয়াম, জিঙ্ক, নিকেল, তামা ও লিথিয়ামের চেয়ে বেশী। প্রতি দশ লক্ষ ভাগ সমুদ্রজলে প্রায় 0·2 ভাগ রুবিডিয়াম আছে। রুবিডিয়ামের সবচেয়ে ভালো উৎস হলো লেপিডোলাইট (lepidolite)। এতে রুবিডিয়াম অক্সাইড হিসেবে আছে। কার্নালাইট নামে খনিজেও রুবিডিয়াম পাওয়া যায়।

রুবিডিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে রুবিডিয়াম পাওয়া যায়। এই পদ্ধতিটি তেমন সুবিধাজনক নয়। রুবিডিয়াম কার্বনেটকে ম্যাগনেশিয়াম দিয়ে উচ্চতাপে বিজারণে রুবিডিয়াম প্রস্তুত করা হয় বা রুবিডিয়াম হাইড্রক্সাইডকে ম্যাগনেশিয়ামের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন দিয়ে উচ্চতাপে বিজারণে রুবিডিয়াম প্রস্তুত করা যায়।

বিশুদ্ধ অবস্থায় রুবিডিয়াম রুপার মতন সাদা এবং এর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে। সেটি বাতাসের উপস্থিতিতে মলিন হয়ে পড়ে। রুবিডিয়াম হাল্কা ক্ষারীয় ধাতু, সেটি অক্সিজেনের সঙ্গে স্বতঃস্ফূর্তভাবে জ্বলে ওঠে। –100°C পর্যন্ত রুবিডিয়াম জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। অত্যন্ত সক্রিয় ধাতু বলে রুবিডিয়ামকে তরল মোম বা ন্যাপথার মধ্যে রাখা হয়। রুবিডিয়াম বিদ্যুৎবাহী। ক্লোরিন, ব্রোমিনের সঙ্গে খুব দ্রুত বিক্রিয়া করে জ্বলে ওঠে।

রুবিডিয়ামের তেমন কোন ব্যবহার নেই। সিরামিক শিল্পে, ইলেক্ট্রন টিউবে এবং সিফিলিস রোগে রুবিডিয়াম যৌগ ব্যবহার করা হয়। ফটো ইলেক্ট্রিক সেল প্রস্তুতিতে রুবিডিয়াম ধাতু ব্যবহৃত হয়।

স্ট্রনশিয়াম (STRONTIUM)

$_{38}Sr^{87.63}$

চিহ্ন = Sr, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 38, পারমাণবিক গুরুত্ব = 87·63, ঘনত্ব = 2·6 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 757°C, স্ফুটনাঙ্ক = 1366°C।

স্ট্রনশিয়াম ক্ষারীয় মৃত্তিকা (alkaline earth) শ্রেণীর মৌল। ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম, বেরিয়াম ধাতুর থেকে ভূত্বকে কম পাওয়া যায়। ভূত্বকে স্ট্রনশিয়াম প্রায় 0·015% আছে। স্ট্রনশিয়ামের প্রধান খনিজ হলো সেলেস্টাইট ও স্ট্রনশিয়ানাইট। 1790 খ্রীষ্টাব্দে স্কটল্যাণ্ডে অবস্থিত স্ট্রনশিয়ান নামে জায়গায় অ্যাডেয়ার ক্রফোর্ড (Adair Crawford) স্ট্রনশিয়াম কার্বনেট আবিষ্কার করেন, কিন্তু স্যার হামফ্রি ডেভি স্ট্রনশিয়াম অক্সাইড থেকে প্রথম ধাতব স্ট্রনশিয়াম আবিষ্কার করেন।

স্ট্রনশিয়াম অক্সাইডকে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু দিয়ে উচ্চতাপে বিজারিত করে স্ট্রনশিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা হয়। তাছাড়া স্ট্রনশিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করেও স্ট্রনশিয়াম প্রস্তুত করা যায়।

স্ট্রনশিয়াম সাদারঙের ধাতু। সদ্যকাটা ধাতুর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে, যা বাতাসে মলিন হয়ে পড়ে। স্ট্রনশিয়াম বিদ্যুৎবাহী। ক্যালসিয়ামের থেকে স্ট্রনশিয়াম জলের সঙ্গে তাড়াতাড়ি বিক্রিয়া করে। 84, 86, 87, 88 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট স্ট্রনশিয়ামের স্থায়ী সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

স্ট্রনশিয়াম ধাতু সাধারণত খুব একটা ব্যবহৃত হয় না। কেবলমাত্র স্ট্রনশিয়াম হাইড্রক্সাইড প্রস্তুতিতে স্ট্রনশিয়াম ধাতু ব্যবহৃত হয়। স্ট্রনশিয়ামের যৌগগুলি রঞ্জনশিল্পে এবং ট্রেসারের (tracer) কাজে ব্যবহৃত হয়। গ্রীজ ও হাইড্রোকার্বন পরিষ্কার করতে স্ট্রনশিয়াম হাইড্রক্সাইড ব্যবহৃত হয়। স্ট্রনশিয়ামের যৌগ ওষুধ হিসেবে এবং পাইরোটেকনিকের (pyrotechnics) কাজে ব্যবহৃত হয়।

ইট্রিয়াম (YTTRIUM)

$_{39}Y^{88 \cdot 92}$

চিহ্ন = Y, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক 39, পারমাণবিক গুরুত্ব = 88·92, ঘনত্ব = 4·34 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 1500°C, স্ফুটনাঙ্ক = 3225°C।

ইট্রিয়ামকে বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের খনিজ থেকে পাওয়া যায় এবং এই শ্রেণীর মৌল বলে ধরা হয়, যদিও বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর সদস্য নয়। বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলদের থেকে ইট্রিয়াম বেশী পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায় 0·0028% আছে ইট্রিয়াম, যা নানানভাবে পৃথিবীতে ছড়িয়ে আছে। মোনাজাইট বালি, গ্যাডোলিনাইট, সামারস্কাইট, পলিক্রেজ ইত্যাদিতে ইট্রিয়াম পাওয়া যায়। ইট্রিয়ামকে মুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না।

সুইডেনে অবস্থিত ইট্টারবি (Ytterby) নামে জায়গার নামানুসারে মৌলটির নাম হয়েছে। কারণ ইট্টারবি থেকে প্রাপ্ত খনিজে জে. গ্যাডোলিন (J. Gadolin) একটি নতুন মৌলের সন্ধান পান। 1828 খ্রীষ্টাব্দে ভোলার (Wohler) প্রথম মৌল হিসেবে ইট্রিয়ামকে আবিষ্কার করেন এবং 1843

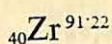
খ্রীষ্টাব্দে বার্জিলিয়াসের ছাত্র সি. জি. মোসানডার (C. G. Mosandar) প্রথম বিশুদ্ধ ইট্রিয়াম আবিষ্কার করেন।

বিশুদ্ধ ইট্রিয়াম ক্লোরাইডকে বিশুদ্ধ লিথিয়াম বা ক্যালসিয়াম দিয়ে উত্তপ্ত করে বিশুদ্ধ ইট্রিয়াম পাওয়া যায়। গলিত ইট্রিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণে বিশুদ্ধ ইট্রিয়াম পাওয়া যায়। অনুপ্রেষ পাতনে (vaccum distillation) মোটামুটি বিশুদ্ধ ইট্রিয়াম থেকে বিশুদ্ধ ইট্রিয়াম পাওয়া যায়।

ইট্রিয়াম ধূসর কালো রঙের গুড়ো গুড়ো ধাতব পদার্থ। সাধারণ তাপমাত্রায় ইট্রিয়ামের ওপর শুখনো বাতাসের কোন ক্রিয়া নেই, কিন্তু জলের আছে। 760°C-এর ওপর ইট্রিয়াম অক্সিজেনের দ্বারা জারিত হয়। কেবলমাত্র 89 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট ইট্রিয়ামই প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

ইট্রিয়াম পারমাণবিক পাওয়ার প্লাণ্টে, নিউক্লিয়ার প্রোপালশান সিস্টেমে, এয়ার ক্রাফ্‌টে ব্যবহৃত হয়। ইট্রিয়াম অন্য ধাতুর সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুত করে, যেটি বেশ শক্তিশালী। ইট্রিয়াম হাইড্রোজেন গ্যাস শোষণ করতে পারে, যা ইট্রিয়ামের থেকে বেশী তড়িৎবাহী। ইট্রিয়াম নিউক্লিয়ার রিঅ্যাক্টরের অশুদ্ধি দূরীকরণে এবং গেটার (getter) হিসেবে ব্যবহৃত হয়। ইট্রিয়ামে অল্প পরিমাণে ক্রোমিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, ভ্যানাডিয়াম ইত্যাদি থাকলে কাজ ভালো দেয়, কিন্তু অক্সিজেন থাকলে ফল উল্টো হয়। অগ্নি-স্ফুলিঙ্গে ইট্রিয়ামে সতত বিস্ফোরণ সহকারে আগুন লেগে যায়। এটি ইট্রিয়াম ব্যবহারের প্রধান অসুবিধে। তাই ইট্রিয়ামকে বায়ুশূন্য স্থানে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মাধ্যমে গলানো হয়। অল্প পরিমাণে ইট্রিয়াম ইস্পাতের গুণকে বাড়ায়। ইট্রিয়াম ফসফোর প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়, যা র‍্যাডার, টেলিভিশানে ব্যবহৃত হয়। ক্যানসার চিকিৎসার জন্যে তেজস্ক্রিয় ইট্রিয়ামকে কাজে লাগনোর চেষ্টা চলছে। ইট্রিয়ামের লবণগুলি বর্ণহীন।

জারকোনিয়াম (ZIRCONIUM)

$_{40}Zr^{91\cdot22}$

চিহ্ন = Zr, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 40, পারমাণবিক গুরুত্ব = 91·22, ঘনত্ব = 6·52 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 2100°C, স্ফুটনাঙ্ক = প্রায় 3600°C।

জারকোনিয়াম শব্দটা আরবী শব্দ Zerk মানে দামী পাথর থেকে এসেছে। 1789 খ্রীষ্টাব্দে এম. এইচ. ক্লপরথ (M. H. Klaproth) সিংহলে প্রাপ্ত জারকনে জারকোনিয়াম ডাই-অক্সাইড আবিষ্কার করেন। 1824 খ্রীষ্টাব্দে জে. জে. বার্জিলিয়াস (J. J. Berzelius) জারকোনিয়াম ধাতু আবিষ্কার করেন।

অত্যন্ত সক্রিয় ধাতু বলে জারকোনিয়ামকে মৌলরূপে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। ধাতুটি প্রকৃতিতে সাধারণত অক্সাইড ও সিলিকেট হিসেবে আছে। জারকোনিয়ামের প্রধান খনিজ হলো বেডেলেয়াইট, জারকন, ইউডিয়ালাইট। সমুদ্রতীরে বালিতে কোথাও কোথাও ধাতুটির যৌগ পাওয়া যায়। জারকোনিয়ামের সঙ্গে সব সময় হ্যাফনিয়াম পাওয়া যায়। কারণ রাসায়নিক ধর্মে এদের পৃথক করা যায় না। ভূত্বকে প্রায় 0·02% জারকোনিয়াম আছে।

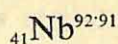
পটাশিয়াম ফ্লোরোজারকোনেটকে পটাশিয়াম ধাতু দিয়ে বিজারিত করে জারকোনিয়াম পাওয়া যায়। বর্তমানকালে জারকোনিয়াম টেট্রা-ক্লোরাইডকে গলিত ম্যাগনেশিয়াম দিয়ে বিজারিত করে জারকোনিয়াম পাওয়া যায়।

জারকোনিয়াম রূপার মতন সাদা ধাতু, এর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে। জারকোনিয়ামের মিহি গুড়ো অত্যন্ত দাহ্য পদার্থ। তাই একে ব্যবহার করা বেশ অসুবিধেজনক। ধাতুটি সাধারণ তাপমাত্রায় অধাতব মৌলের সঙ্গে বিক্রিয়া করার কথা, কিন্তু অদৃশ্য ও অভেদ্য অক্সাইডের আবরণ ধাতুটির ওপর থাকায় জারকোনিয়াম সাধারণ তাপমাত্রায় অধাতব মৌলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। উচ্চ তাপমাত্রায় জারকোনিয়াম দ্রুততার

সাথে অধাতব মৌলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে। বায়ুতে ধাতুটি অনেকদিন পর্যন্ত চকচকে থাকে। জারকোনিয়াম জল ও জলীয় বাষ্পের তেমন রোধক নয়। ঠাণ্ডায় জারকোনিয়াম ভঙ্গুর, কিন্তু উত্তপ্ত অবস্থায় এর থেকে তার বা পাত প্রস্তুত করা যায়।

অক্সিজেন, নাইট্রোজেন অপসারক হিসেবে জারকানিয়াম ঢালাই শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ফেরোজারকোনিয়াম, জারকালয় ইত্যাদি সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে জারকোনিয়াম ব্যবহৃত হয়। অল্প পরিমাণে জারকোনিয়াম অ্যালুমিনিয়ামে থাকলে তা সমুদ্রজলে ক্ষয়রোধক হয়। নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্লাণ্টে, ফটো ফ্লাশ বাল্বে, ক্ষয়রোধক পাইপ ও ড্রাম প্রস্তুতিতে, পলিমার ও বস্ত্র শিল্পে জারকোনিয়াম ব্যবহৃত হয়। জারকোনিয়ামের যৌগগুলি সিরামিক, রিফ্রাক্টরী, অ্যাব্রেসীভ, এনামেল, গ্লেজ (glaze) শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ছুরি ও অ্যানালিটিক্যাল ব্যালান্সে জারকোনিয়াম সিলিফেট এবং নিউক্লিয়ার রিঅ্যাক্টরে জারকালয় ব্যবহৃত হয়। রেডিওলজিক্যাল (radiologieal) পরীক্ষায় জারকন (জারকোনিয়াম ডাই-অক্সাইড) ব্যরহার করা হয়। প্রাকৃতিক জারকন হীরের মতন দেখতে তাই দামী পাথর হিসেবে এটিকে ব্যবহার করা হয়। জারকোনিয়াম কার্বাইড অত্যন্ত কঠিন, তাই এটি কাচ কাটার জন্যে ব্যবহৃত হয়।

নায়োবিয়াম (NIOBIUM)

$_{41}Nb^{92 \cdot 91}$

চিহ্ন = Nb, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 41, পারমাণবিক গুরুত্ব = 92·91, ঘনত্ব = 8·58 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 1950°C স্ফুটনাঙ্ক = প্রায় 5100°C।

গ্রীক উপকথা Niobe মানে Tantalus-এর কন্যা থেকে নায়োবিয়াম কথাটা এসেছে। নায়োবিয়ামকে ট্যাণ্টালামের সঙ্গে একসঙ্গে পাওয়া যায়। 1801 খ্রীষ্টাব্দে সি. হ্যাচেট (C. Hatchett) প্রথম নায়োবিয়াম

আবিষ্কার করেন। যদিও তিনি মৌল হিসেবে নায়োবিয়ামকে বার করতে পারেননি। নায়োবিয়ামের তখন নাম ছিল কলম্বিয়াম Columbium)। 1844 খ্রীষ্টাব্দে হেইনরিচ রোজ (Heinrich Rose), কলম্বাইট (Columbite) নামে খনিজে দুটি মৌলের সন্ধান পান। একটি হলো একেবার্জের (Ekeberg) আবিষ্কৃত ট্যান্টালাম এবং অপর মৌলটির নাম দেন নায়োবিয়াম। পরে দেখা গেল হ্যাচেটের কলম্বিয়াম আর নায়োবিয়াম একই মৌল।

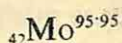
নায়োবিয়াম প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। যুক্ত অবস্থায় নায়োবিয়াম ক্যালসিয়াম, আয়রন, ভ্যানাডিয়ামের নায়োবিয়েট হিসেবে পাওয়া যায়। তার সঙ্গে ট্যান্টালেটও থাকে। ট্যান্টালাম ছাড়াও নায়োবিয়ামের খনিজ পাওয়া যায়। ভূত্বকে নায়োবিয়াম প্রায় 2×10^{-৩}% আছে, যেটা ট্যান্টালামের চেয়ে দশ গুণ বেশী।

নায়োবিয়াম অক্সাইডকে কার্বন দিয়ে বিজারিত করে ধাতব নায়োবিয়াম প্রস্তুত করা হয় বা নায়োবিয়াম হ্যালাইডকে ইলেক্ট্রোলিটিক বিজারণে বিশুদ্ধ নায়োবিয়াম প্রস্তুত করা যায়।

নায়োবিয়াম ইস্পাতের মতন ধূসর রঙের ধাতু, পালিশ করলে সাদা উজ্জ্বল দেখায়। নায়োবিয়াম কম প্রসার্যশীল ধাতু। অধিক তাপেও নায়োবিয়াম অত্যন্ত কঠিন বস্তু। বাতাসে খোলা রাখলে নায়োবিয়ামের কিছু হয় না। −265°C-এ নায়োবিয়াম বিদ্যুতের অতি পরিবাহী হয়। অম্লরাজ থেকে আরম্ভ করে যে কোন অ্যাসিডের নায়োবিয়ামের ওপর কোন ক্রিয়া নেই। নায়োবিয়ামের সংকর ধাতু জারণ রোধক। রিফ্রাক্টরী (refractory) ধাতুর মধ্যে নায়োবিয়ামের ঘনত্ব সবচেয়ে কম এবং সহজে একে নিয়ে কাজ করা যায়।

পারমাণবিক শক্তি উৎপাদনে, জেট ইঞ্জিন ও মিসাইল নির্মাণে নায়োবিয়াম ব্যবহার করা হয়। A. C.-কে D. C. করতে নায়োবিয়াম ইলেক্ট্রোড ইলেক্ট্রিক ভাল্বের মতন কাজ করে। বৈদ্যুতিক বাল্বের ফিলামেন্টে এবং জড়োয়া গহনায় নায়োবিয়াম ব্যবহার করা হয়।

মলিব্‌ডেনাম (MOLYBDENUM)

$_{42}Mo^{95.95}$

চিহ্ন = Mo, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 42, পারমাণবিক গুরুত্ব = 95·95, ঘনত্ব = 10·21 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 2610°C, স্ফুটনাঙ্ক = 4825°C।

ল্যাটিন শব্দ Molybdoena মানে galena বা গ্রীক শব্দ molybdos মানে সীসার থেকে মলিবডেনাম কথাটা এসেছে। যদিও সীসার সঙ্গে এর ঘনত্ব ছাড়া অন্য কিছুতে মিল নেই। 1774 খ্রীষ্টাব্দে কে. ডব্লু. শীলে (K. W. Scheele) মৌলটি আবিষ্কার করেন। 1782 খ্রীষ্টাব্দে পি. জে. জেল্‌ম (P. J. Hjelm) ধাতব মলিবডেনাম প্রথম প্রস্তুত করেন।

মুক্ত অবস্থায় মলিবডেনামকে পৃথিবীতে পাওয়া যায় না, কিন্তু যৌগ হিসেবে পৃথিবীর নানান জায়গায় পাওয়া যায়। মলিবডেনামের প্রধান খনিজ হলো মলিবডেনাইট এবং উলফেনাইট। মলিবডেনাম অক্সাইডকে অ্যালুমিনিয়াম, কার্বন বা হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করে ধাতব মলিব-ডেনাম প্রস্তুত করা হয়।

মলিবডেনাম রূপার মতন সাদা ও উজ্জ্বল ধাতু, কিন্তু গুড়ো মলিবডেনাম ধূসর কালো। মলিবডেনাম মোটামুটি কঠিন ধাতু এবং একে পালিশ ও ওয়েল্ডিং করা যায়। মলিবডেনাম বাতাসে মোটামুটি স্থায়ী। উচ্চ তাপে মলিবডেনাম কার্বন ও নাইট্রোজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় যথাক্রমে কার্বাইড ও নাইট্রাইড প্রস্তুত করে।

মলিবডেনাম বিশেষ ধরনের ইস্পাত প্রস্তুতিতে সাধারণত ব্যবহৃত হয়। মলিবডেনাম ইস্পাত সংকর ধাতু দিয়ে বন্দুকের ও কামানের নল, পাত এবং রোলিং মিলের রোলার প্রস্তুত করা হয়। হাইস্পীড (high speed) ইস্পাত প্রস্তুতিতে মলিবডেনাম ক্রোমিয়াম নিকেল কোবাল্টের সঙ্গে ব্যবহার করা হয়। অধিক উত্তাপেও মলিবডেনামযুক্ত ইস্পাতের শক্তি ঠিক থাকে। চুম্বকপ্রস্তুতিতে ফেরোমলিবডেনাম ব্যবহার করা হয়। মলিবডেনাম সালফাইডের মিহি গুড়ো খুব ভালো কঠিন পিচ্ছিলকারক (lubricant) পদার্থ। অ্যামোনিয়াম

মালবডেট ফসফেট মূলককে 'সনাক্ত করতে ও পরিমাণ মাপতে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া পটারী শিল্পে ও সুতোকে রঙ করতে মলিবডেনামের যৌগ ব্যবহার করা হয়।

টেকনেশিয়াম (TECHNETIUM)

$_{43}Tc^{99}$

চিহ্ন = Tc, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 43, পারমাণবিক গুরুত্ব = 99 (সবচেয়ে স্থায়ী সমস্থানিক), ঘনত্ব = 11·5 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (2140 ± 20)°C, স্ফুটনাঙ্ক = 4627°C।

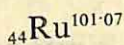
যদিও টেকনেশিয়ামকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়, তথাপি মৌলটিকে প্রথমে কৃত্রিম উপায় প্রস্তুত করা হয়। টেকনেশিয়াম কথাটা গ্রীক শব্দ Techniks অর্থাৎ 'কৃত্রিম উপায়ে' থেকে এসেছে। 1937 খ্রীষ্টাব্দে সি. পেরিয়ার (C. Perrier) এবং ই. জি. সেগরে (E. G. Segra) মলিবডেনামের ওপর নিউট্রনের আঘাতে প্রথম টেকনেশিয়াম প্রস্তুত করেন। মেণ্ডেলিফ যখন পর্যায় সারণী আবিষ্কার করেন তখন এই মৌলটি অজানা ছিল। ফলে পর্যায় সারণীতে এই মৌলটির স্থান ফাঁকা ছিল। এই অজ্ঞাত মৌলটির তখন নাম ছিল একা-ম্যাঙ্গানীজ (Eka-manganese)। 1924 খ্রীষ্টাব্দে নোডাক (Noddack), ট্যাকে (Tacke) এবং বার্জ (Berg) রেনিয়ামের সঙ্গে একসঙ্গে টেকনেশিয়ামকে প্রকৃতিতে আবিষ্কার করেন। তখন তাঁরা এই মৌলটির নাম দেন মেস্থুরিয়াম (Masurium)। নোডাক, ট্যাকে ও বার্জ কিন্তু মৌলটির বা এর কোন যৌগের রাসায়নিক পরীক্ষা করতে পারেননি। পেরিয়ার ও সেগরে প্রথম মৌলটির রাসায়নিক ধর্মের পরীক্ষা করেন। নিউ-ক্লিয়ার বিক্রিয়া দিয়ে টেকনেশিয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রস্তুত করা যায়। সবগুলিই অস্থায়ী। সবচেয়ে স্থায়ী সমস্থানিক হলো Tc 99, সেটিকে সেগরে 1937 সালে মলিবডেনামকে নিউট্রন দিয়ে আঘাত করে প্রস্তুত করেন। Tc 99-এর অর্ধজীবনকাল $t_{\frac{1}{2}}$ হলো 2×10^5 বছর। যেহেতু

পৃথিবীর বয়স এর থেকে অনেক বেশী তাই টেকনেশিয়ামের সবচেয়ে স্থায়ী সমস্থানিক প্রকৃতিতে অতি অল্প পরিমাণে পাওয়া যায়।

টেকনেশিয়াম সালফাইডকে 1000°—1100°C-এ হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করে ধাতব Tc 99-কে প্রস্তুত করা হয়।

টেকনেশিয়াম ধূসর বর্ণের এবং স্পঞ্জের মতন ধাতু। সন্ধিগত মৌল। মৌলটির ধর্ম রেনিয়ামের মতন। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ছাড়া অন্য অ্যাসিডে দ্রাব্য। −262·1°C-এ টেকনেশিয়াম বিদ্যুতের অতি-পরিবাহী হয়।

রুথেনিয়াম (RUTHENIUM)

$_{44}Ru^{101 \cdot 07}$

চিহ্ন = Ru, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 44, পারমাণবিক গুরুত্ব = 101·07, ঘনত্ব = 12·37 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 2310°C, স্ফুটনাঙ্ক = 4080°C।

1828 খ্রীষ্টাব্দে রুশদেশীয় রসায়নবিদ ওসান (Osann) মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং লিটল রাশিয়ার পুরোন নাম রুথেনিয়া থেকে মৌলটির নাম করেন রুথেনিয়াম।

প্ল্যাটিনাম শ্রেণীর ধাতুর মধ্যে রুথেনিয়ামকে প্ল্যাটিনাম খনিজে সবচেয়ে কম পাওয়া যায়। রুথেনিয়াম মৌল ও যৌগ হিসেবে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। মৌল হিসেবে অসমিরিডিয়ামে এবং সালফাইড হিসেবে অতি দুষ্প্রাপ্য খনিজ লউরাইটে (laurite) পাওয়া যায়।

প্ল্যাটিনাম, প্যালাডিয়াম, রোডিয়াম ধাতুগুলি অপসারণের পর যে অবশেষ পড়ে থাকে তার থেকে রুথেনিয়াম ও অসমিয়ামকে বার করা হয়। রুথেনিয়াম অক্সাইডকে হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করে ধাতব রুথেনিয়াম প্রস্তুত করা হয়।

রুথেনিয়াম ধাতু গুড়ো অবস্থায় ধূসর বর্ণের হয়, কিন্তু কেলাসিত ধাতুর বর্ণ লোহা এবং প্ল্যাটিনামের মাঝামাঝি। রুথেনিয়ামকে অধিক তাপে উত্তপ্ত করলে অক্সাইড হিসেবে বাষ্পীভূত হয়ে যায়। প্ল্যাটিনাম ধাতুর মধ্যে অসমিয়াম ও রুথেনিয়ামকে গলানো বেশ কঠিন। রুথেনিয়াম অত্যন্ত কঠিন ধাতু এবং ঠাণ্ডায় তেমন প্রসার্যশীল নয়। রুথেনিয়ামকে উত্তপ্ত করে কাজ করা হয়। গ্যাসকে, বিশেষ করে অক্সিজেনকে, রুথেনিয়াম অন্তর্ধৃতি (occlude) করতে পারে এবং এর জন্যে জারণ করতে বা হাইড্রোজিনেশানে রুথেনিয়াম অত্যন্ত উপযোগী অনুঘটক। পেনের নিব, পিভট, বৈদ্যুতিক জিনিসপত্র প্রস্তুতিতে রুথেনিয়ামের সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া ভাস্বর বাতির ফিলামেণ্ট প্রস্তুতিতে ধাতব রুথেনিয়াম ব্যবহার করা হয়। জীব বিদ্যায় স্টেন (stain) করার কাজে রুথেনিয়ামের যৌগকে ব্যবহার করা হয়।

রোডিয়াম (RHODIUM)

$_{45}Rh^{102\cdot905}$

চিহ্ন = Rh, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 45, পারমাণবিক গুরুত্ব = 102·905, ঘনত্ব = 12·43 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 1963°C, স্ফুটনাঙ্ক = 3700°C।

রোডিয়াম কথাটা গ্রীক শব্দ rhedon থেকে এসেছে, যার মানে গোলাপ। কারণ রোডিয়াম লবণের জলীয় দ্রবণের বর্ণ গোলাপী।

রোডিয়াম প্ল্যাটিনাম ধাতু শ্রেণীর মৌলের খনিজে পাওয়া যায়। এস-মিয়ামে এবং রোডাইটে পাওয়া যায়। ভূত্বকে অত্যন্ত কম পরিমাণে রোডিয়াম আছে। রোডিয়াম ইরিডিয়াম, রুথেনিয়াম, অসমিয়াম ও রেনিয়াম ভূত্বকে একই হারে পাওয়া যায়, প্রায় 1×10^{-7}%। 1803 খ্রীষ্টাব্দে ওল্লাস্টন (Wollaston) মৌলটি আবিষ্কার করেন।

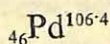
বরধাতু (noble metals) প্ল্যাটিনাম, সোনা, প্যালাডিয়ামকে অম্লরাজে (aquarigia) দ্রবীভূত করে অবশিষ্ট ধাতু রোডিয়াম, ইরিডিয়াম, রুথেনিয়াম

এবং রূপাকে সীসা ও ধাতুমল (slag) প্রস্তুতকারক পদার্থ দিয়ে উত্তপ্ত করা হয়। ইরিডিয়াম, রোডিয়াম এবং রুথেনিয়াম সীসার সঙ্গে চলে আসে। এর থেকে সীসাকে আলাদা করে এবং নাইট্রিক অ্যাসিড দিয়ে উত্তপ্ত করে ইরিডিয়াম, রোডিয়াম ও রুথেনিয়ামকে আলাদা করা হয়। একে বাই-সালফেট দিয়ে উত্তপ্ত করলে রোডিয়াম সালফেটে পরিণত হয়, যা জলে দ্রাব্য। এই সালফেটকে ক্লোরাইডে পরিণত করে হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করলে রোডিয়াম পাওয়া যায়।

রোডিয়াম অত্যন্ত কঠিন এবং প্ল্যাটিনাম ধাতুর মধ্যে সবচেয়ে সাদা। সাধারণ তাপমাত্রায় এবং যে কোন আবহাওয়াতে অত্যন্ত উজ্জ্বল থাকে। গরম অবস্থায় খুব প্রসার্যশীল এবং ঠাণ্ডায় মোটামুটি প্রসার্যশীল। ফলে রোডিয়ামকে তারে বা পাতে পরিণত করা যায়। রোডিয়ামের ওপর যে কোন অ্যাসিডের এমন কি অম্লরাজেরও কোন ক্রিয়া নেই।

রোডিয়াম ও প্ল্যাটিনামের সংকর ধাতু দিয়ে প্রস্তুত জিনিস শক্তিশালী ও উচ্চতাপ সহ্য করতে পারে। উচ্চতাপে যে সকল পদার্থ প্রস্তুত করা হয় তাদের এই সংকর ধাতুর জিনিসে প্রস্তুত করা হয়। হাইড্রোজিনেশানের জন্যে রোডিয়াম অত্যন্ত উপযোগী। উচ্চতাপ সৃষ্টিকারী বৈদ্যুতিক চুল্লীতে প্ল্যাটিনামের বদলে রোডিয়ামের তার ব্যবহার করা হয়। লেসারের জন্যে ব্যবহৃত কেলাস (Crystal) প্রস্তুতিতে, থারমোকাপল (thermocouple) প্রস্তুতিতে রোডিয়ামের তার ব্যবহার করা হয়। রোডিয়াম তার প্ল্যাটিনাম ইরিডিয়াম সংকর ধাতু থেকে প্রস্তুত তারের থেকে অধিক তাপমাত্রায় ব্যবহার করা যায়। তাছাড়া বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি, আয়নার প্রতিফলক প্রস্তুতিতে রোডিয়ামকে ব্যবহার করা হয়।

প্যালাডিয়াম (PALLADIUM)

$_{46}Pd^{106\cdot4}$

চিহ্ন = Pd, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 46, পারমাণবিক গুরুত্ব = 106·4, ঘনত্ব = 12·01 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 1554°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2900°C।

1803 খ্রীষ্টাব্দে ওল্লাস্টন (Wollaston) প্যালাডিয়াম আবিষ্কার করেন। তখন সদ্য আবিষ্কৃত উপগ্রহ পাল্লাসের (pallas) নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করেন প্যালাডিয়াম।

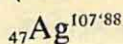
প্ল্যাটিনাম ধাতুর খনিজে প্যালাডিয়াম মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। যে বালিতে সোনা পাওয়া যায় সেই অরিফেরাস (aureferous) বালিতেও প্যালাডিয়াম পাওয়া যায়। অনেক সময় সোনা, রূপার সঙ্গে সংকর ধাতু হিসেবে প্যালাডিয়াম প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। যৌগ অবস্থায় প্যালাডিয়াম সেলেনাইড হিসেবে পাওয়া যায়। সাডবারীতে প্রাপ্ত নিকেল খনিজে অল্প পরিমাণে প্যালাডিয়াম পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্যালাডিয়াম প্রায় 1×10^{-4}% আছে, যা প্ল্যাটিনাম ধাতুর চেয়ে বেশী।

প্ল্যাটিনাম শ্রেণীর ধাতুর দ্রবণে পটাশিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ যোগ করলে প্যালাডিয়াম আয়োডাইড হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং এই আয়োডাইডকে হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করলে ধাতব প্যালাডিয়াম পাওয়া যায়। অনেক সময় প্যালাডিয়াম দ্রবণে জিঙ্ক যোগ করলে প্যালাডিয়াম অধঃক্ষিপ্ত হয়।

প্যালাডিয়াম ধাতু দেখতে রূপা এবং প্ল্যাটিনামের মাঝামাঝি। তাপ প্রয়োগে প্ল্যাটিনাম ধাতু শ্রেণীর মৌলের মধ্যে প্যালাডিয়ামই সবচেয়ে তাড়াতাড়ি গলে যায়। গলার আগে প্যালাডিয়াম নরম হয়ে পড়ে, ফলে এই অবস্থায় প্যালাডিয়ামকে নিয়ে কাজ করা হয়। প্যালাডিয়াম প্ল্যাটিনামের চেয়ে বেশী কঠিন ও ঘাতসহ। ধাতুটি প্রসার্যশীল পদার্থ, ফলে একে সরু তার বা পাতলা পাতে পরিণত করা যায়। প্যালাডিয়ামের অনেকগুলি স্থায়ী সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। সাধারণ তাপমাত্রায় প্যালাডিয়াম নাইট্রিক অ্যাসিড ছাড়া অন্য কোন অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। প্যালাডিয়াম অনেক গ্যাসকে শোষণ করতে পারে, বিশেষ করে হাইড্রোজেনকে। প্যালাডিয়ামকে উত্তপ্ত করলে শোষিত হাইড্রোজেন বের হয়ে আসে, কিন্তু অন্য গ্যাস বের হয় না। কোলয়ডাল প্যালাডিয়াম সাধারণ প্যালাডিয়ামের চেয়ে অনেক বেশী হাইড্রোজেন গ্যাস শোষণ করতে পারে। চারকোল বা অ্যালুমিনিয়ামের ওপর প্যালাডিয়ামের গুড়ো সাধারণত

অনুঘটক হিসেবে অনেক বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। Pd/Al অনুঘটক হাইড্রোজেন থেকে অক্সিজেনকে আলাদা করতে এবং হাইড্রোজেনের সঙ্গে অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় ব্যবহার করা হয়। ডিহাইড্রোজিনেশান, আইসো-মেরাইজেশন ও ফ্রাকসেন্টেশন বিক্রিয়ায় প্যালাডিয়াম অনুঘটক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। যেসব যন্ত্রপাতিতে অল্প বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহৃত হয়, সেইসব যন্ত্রপাতির সংযোগে প্যালাডিয়াম সবচেয়ে বেশী ব্যবহৃত হয়, বিশেষ করে টেলিফোনের সরঞ্জামে। তাছাড়া প্ল্যাটিনাম প্যালাডিয়াম ধাতু সংকর থার্মোকাপলে, রূপা ও প্যালাডিয়াম ধাতু সংকর দাঁতের কাজে সংকর ধাতু হিসেবে এবং জ্যোতির্বিজ্ঞানে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। প্যালাডিয়ামের লবণ ফটোগ্রাফীতে ব্যবহার করা হয়।

রূপা (SILVER)

$_{47}Ag^{107 \cdot 88}$

চিহ্ন = Ag, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 47, পারমাণবিক গুরুত্ব = 107·88, ঘনত্ব = 10·5 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 960·5°C, স্ফুটনাঙ্ক = 1980°C।

প্রাচীনকাল থেকে ধাতব রূপার ব্যবহার চলে আসছে। 3600 খ্রীষ্ট পূর্বাব্দে মিশরের রাজা মেনেস (Menes) রূপার দাম ঠিক করেন সোনার দামের 2/5 অংশ। এই মৌলটির চিহ্ন রূপার ল্যাটিন শব্দ argentum থেকে নেওয়া হয়েছে।

রূপা প্রকৃতিতে মৌল ও যৌগ অবস্থায় পাওয়া যায়। নরওয়েতে রূপা মৌল হিসেবে জমা আছে, যা পৃথিবী বিখ্যাত। রূপার খনিজের মধ্যে আর্জেনটাইট, হর্ন সিলভার, স্টেকানাইট উল্লেখযোগ্য। রূপা মোটামুটি বিরল মৌল। ভূত্বকে প্রায় $1 \times 10^{-5}\%$ রূপা আছে, যা সোনা, প্ল্যাটিনামের চেয়ে বেশী।

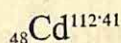
3/4 অংশ রূপা তামা এবং সীসা নিষ্কাশনের সময় পাওয়া যায়। তাছাড়া পুরানো রূপার টাকা থেকেও প্রচুর রূপা পাওয়া যায়।

রূপা বরধাতুর অন্যতম সদস্য। বিশুদ্ধ রূপা সাদা, উজ্জল, তামার চেয়ে নরম কিন্তু সোনার চেয়ে কঠিন। রূপার পাতকে অত্যন্ত পালিশ করা যায়, যা প্রায় 95% আলো প্রতিফলিত করতে পারে। সোনার পর সবচেয়ে প্রসার্যশীল ধাতু, ফলে রূপাকে সরু তার বা পাতলা পাতে পরিণত করা যায়। সমস্ত মৌলের মধ্যে রূপার তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহীতা সবচেয়ে বেশী। রূপা সোনার সঙ্গে যে কোন অনুপাতে সংকর ধাতু প্রস্তুত করতে পারে। 1000 ভাগ রূপায় যত ভাগ বিশুদ্ধ রূপা থাকে সেই অনুপাতে রূপার বিশুদ্ধতা প্রকাশ করা হয়। 102 থেকে 117 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট ষোলটি সমস্থানিক প্রকৃতিতে প্রাপ্ত রূপায় পাওয়া যায়। এর মধ্যে 107 এবং 108 ভর সংখ্যার সমস্থানিক দুটি বেশী পাওয়া যায়। এছাড়া রূপার অনেকগুলি কৃত্রিম সমস্থানিকও প্রস্তুত করা হয়েছে। যাদের মধ্যে অনেকগুলি আবার তেজস্ক্রিয় পদার্থ। এই তেজস্ক্রিয় সমস্থানিকের অর্ধজীবনকাল পাঁচ থেকেণ্ড থেকে আরম্ভ করে পাঁচ বছর পর্যন্ত হয়। জল ও বাতাসে রূপার কিছু হয় না, কিন্তু বাতাসে হাইড্রোজেন সালফাইড থাকলে রূপা কালো হয়ে পড়ে। পাউডার, রড, তার, পাত, ইনগট হিসেবে রূপা পাওয়া যায়।

বেশীর ভাগ রূপা তামার সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে ও রূপার মুদ্রা প্রস্তুতিতে রূপা আগে ব্যবহার করা হতো। গহনা, দামী বাসনপত্র যেমন থালা, গ্লাস, বাটি, চামচ ইত্যাদি প্রস্তুতিতে রূপা ব্যবহার করা হয়। দাঁতের কাজে ব্যবহৃত সংকর ধাতুর জন্যে রূপা ব্যবহার করা হয়। এছাড়া রূপার যৌগ প্রস্তুতিতে প্রচুর রূপা ব্যবহার করা হয়। রূপার যৌগগুলি নানান কাজে লাগে, এদের মধ্যে সবচেয়ে প্রয়োজনীয় হলো সিলভার নাইট্রেট। সিলভার নাইট্রেট রসায়নাগারে ব্যবহৃত হয় এবং এর থেকে অন্যান্য প্রয়োজনীয় রূপার লবণ প্রস্তুত করা হয়। সিলভার ব্রোমাইড ফটোগ্রাফীতে ব্যবহার করা হয়। পারমাণবিক বোমা প্রস্তুতিতে রূপা প্রয়োজন হয়। তাছাড়া ইস্পাত রূপার

সংকর ধাতু গ্যাসোলীন পিস্টন প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। কম তাপমাত্রায় ব্যবহার উপযোগী রাং ঝাল প্রস্তুতিতে রূপা ব্যবহার করা হয়।

ক্যাডমিয়াম (CADMIUM)

$_{48}Cd^{112 \cdot 41}$

চিহ্ন = Cd, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 48, পারমাণবিক গুরুত্ব = 112·41, ঘনত্ব = 8·64 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 320·9°C, স্ফুটনাঙ্ক = 767°C।

ক্যালামিন ও জিঙ্কব্লেণ্ডে জিঙ্কের সঙ্গে সবসময় ক্যাডমিয়াম পাওয়া যায়। জিঙ্কের খনিজ ক্যালামিন থেকে ক্যাডমিয়ামের নামকরণ করা হয়েছে। প্রকৃতিতে ক্যাডমিয়ামের যৌগ খুবই দুষ্প্রাপ্য। ক্যাডমিয়ামের প্রধান খনিজ হলো গ্রীনোকাইট (greenockite)। 1817 খ্রীষ্টাব্দে জার্মানীতে অবস্থিত গটিংগেন শহরে স্ট্রমেয়ার (Stromeyer) প্রথম ক্যাডমিয়াম আবিষ্কার করেন। ভূত্বকে প্রায় $1 \cdot 8 \times 10^{-5}$% ক্যাডমিয়াম আছে।

ক্যাডমিয়ামের স্ফুটনাঙ্ক জিঙ্কের থেকে কম বলে বাণিজ্যিক জিঙ্ককে পাতন করে বিশুদ্ধ জিঙ্ক (দস্তঃরজ) প্রস্তুতকালে ক্যাডমিয়াম প্রথমে পাতিত হয়ে আসবে।

ক্যাডমিয়াম সাদা উজ্জ্বল, নরম ও প্রসার্যশীল ধাতু। বাতাসে খোলা রাখলে মলিন হয়ে যায়। নরম বলে ক্যাডমিয়ামকে ছুরি দিয়ে চাঁচা যায় এবং প্রসার্যশীল পদার্থ বলে তারে বা পাতলা পাতে পরিণত করা যায়। বিশুদ্ধ ক্যাডমিয়ামের শক্তি (strength) কম, কিন্তু জিঙ্কের সঙ্গে প্রস্তুত সংকর ধাতু বেশ কঠিন। বাতাসে উত্তপ্ত করলে ক্যাডমিয়াম লাল শিখায় জ্বলে। 0 56°K-এ ক্যাডমিয়াম বিদ্যুতের অতিপরিবাহী হয়।

ধাতুর ওপর ক্ষয়রোধক আস্তরণ দিতে ক্যাডমিয়াম লাগে। মোটরগাড়ী, বিমান, বৈদ্যুতিক ও ফটোগ্রাফীর যন্ত্রাংশের ওপর, পিয়ানোর তারের ওপর

আস্তরণ দিতে ক্যাডমিয়াম প্রয়োজন হয়। যে সব জিনিস খাবার-দাবারের জন্যে ব্যবহৃত হয় সেই সব জিনিসের ওপর ক্যাডমিয়ামের আস্তরণ দেওয়া হয় না, কারণ ক্যাডমিয়াম অ্যাসিডে দ্রাব্য এবং ক্যাডমিয়ামের যৌগগুলি খুবই বিষাক্ত। কম তাপে গলে যায় এমন সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে ক্যাডমিয়াম ব্যবহার করা হয়। দাঁতের গর্ত সীল করার জন্যে ক্যাডমিয়ামের সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। লোহা, প্ল্যাটিনাম সংকর ধাতুতে ক্যাডমিয়াম থাকলে তার প্রসারণ গুণাঙ্ক (coefficient of expansion) অত্যন্ত কম হওয়াতে ঘড়ি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। ক্যাডমিয়ামের যৌগের মধ্যে ক্যাডমিয়াম সালফাইড রং প্রস্তুতিতে, ক্যাডমিয়াম সালফেট ওয়েস্টন সেলে, ক্যাডমিয়াম ব্রোমাইড ও আয়োডাইড ফটোগ্রাফীতে ব্যবহৃত হয়। ক্যাডমিয়াম সালফাইড র‍্যাডার, টেলিভিশানে, ফটোইলেক্ট্রিক সেলে ব্যবহৃত হয়।

ইণ্ডিয়াম (INDIUM)

$_{49}In^{114.82}$

চিহ্ন = In, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 49, পারমাণবিক গুরুত্ব = 114·82, ঘনত্ব = 7·31 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 156·4°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2300°C।

ইণ্ডিয়ামের বর্ণালীর রং নীল (indigo) এবং বর্ণালীর এই নীল রং থেকে মৌলটির নামকরণ হয় ইণ্ডিয়াম। 1863 খ্রীষ্টাব্দে এফ. রেইচ (F. Reich) এবং টি. রিচ্‌টার (T. Richter) এক বিশেষ ধরনের জিঙ্ক ব্লেণ্ড থেকে প্রাপ্ত অবশেষের (residue) বর্ণালী বিশ্লেষণ করে ইণ্ডিয়াম আবিষ্কার করেন।

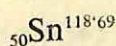
ইণ্ডিয়াম একটি বিরল মৌল। মৌল অবস্থায় ইণ্ডিয়ামকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। ইণ্ডিয়াম সালফাইড অল্প পরিমাণে জিঙ্কব্লেণ্ডে থাকে, টিনের খনিজে এবং ফ্লু ডাস্টে ইণ্ডিয়াম পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায়

$1 \times 10^{-5}\%$ ইণ্ডিয়াম আছে। ইণ্ডিয়াম অক্সাইডকে হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করে ধাতব ইণ্ডিয়াম পাওয়া যায়।

ইণ্ডিয়াম অ্যালুমিনিয়াম পরিবারের সদস্য। ইণ্ডিয়াম রূপার মতন সাদা ও উজ্জল ধাতু। এটি সীসার থেকে নরম ও প্রসার্যশীল ধাতু। ইণ্ডিয়াম এত নরম যে, একে নখ দিয়ে আঁচড় কাটা যায়। ইণ্ডিয়ামের ওপর কোন কিছু ঘষলে ইণ্ডিয়াম তার ওপর লেগে যায়। এর গলনাঙ্ক খুব কম। সাধারণ তাপমাত্রায় ইণ্ডিয়ামের ওপর জল বা বাতাসের কোন ক্রিয়া নেই। 3·37°K-এ ইণ্ডিয়াম বিদ্যুতের অতিপরিবাহী হয়।

অলৌহ (nonferrous) ধাতুর সঙ্গে ইণ্ডিয়ামের সংকর ধাতু ক্ষয়রোধক এবং এর গলনাঙ্ক কম হয়। ক্যাডমিয়াম, বিসমাথ, সীসা, টিন ধাতুর সঙ্গে একসঙ্গে প্রস্তুত ইণ্ডিয়ামের সংকর ধাতু 50°C-এ গলে যায়। ইণ্ডিয়াম রাসায়নিক পাম্পের ও পাইপের ওপর প্রলেপ দেওয়ার জন্যে, রাং ঝাল দেওয়ার জন্যে, বৈদ্যুতিক সংযোগে, দাঁত সীল করার সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে গ্লাস, ওষুধ ও গহনা শিল্পে ব্যবহৃত হয়। গ্লাস সীল করার জন্যে ইণ্ডিয়ামের সংকর ধাতু ব্যবহৃত হয়।

টিন (TIN)

$_{50}Sn^{118 \cdot 69}$

চিহ্ন = Sn, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 50, পারমাণবিক গুরুত্ব = 118·69, ঘনত্ব = 5·77 গ্রাম/সিসি (α-টিনের) এবং 7·29 গ্রাম/সিসি (β-টিনের), গলনাঙ্ক = 231·8°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2362°C।

টিনের ল্যাটিন নাম Stannum, যার থেকে এর চিহ্নটি নেওয়া হয়েছে। প্রাচীনকাল থেকে টিনের ব্যবহার চলে আসছে। ব্রোঞ্জ, যা টিন ও তামার সংকর ধাতু, প্রাচীনকাল থেকে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। ভূত্বকে টিন বেশ

কম আছে, প্রায় 0·004%। ক্যাসিটেরাইট (Cassiterite) হলো টিনের একমাত্র খনিজ, যাতে টিন ডাই-অক্সাইড হিসেবে থাকে। বিশুদ্ধ টিন ডাই-অক্সাইডকে কার্বন দিয়ে বিজারিত করে টিন উৎপাদন করা হয়। মালয়েশিয়া সবচেয়ে বেশী টিন উৎপাদন করে। তাছাড়া ইন্দোনেশিয়া, বলিভিয়া, থাইল্যাণ্ড, চীনও টিন উৎপাদন করে।

টিন রূপার মতন সাদা ও উজ্জ্বল ধাতু। টিন বেশ নরম ও প্রসার্যশীল। ফলে পাতলা পাতে পরিণত করা যায়। টিনের দুটি বহুরূপ আছে—সাদা টিন বা β-টিন এবং ধূসর টিন বা α-টিন। টিন অত্যন্ত বিশুদ্ধ হলে α-টিন থেকে β-টিনের রূপান্তর তাপমাত্রা 13·2°C। এই তাপমাত্রার নিচে α-টিন স্থায়ী ও গুড়োয় পরিণত হয়। টিনের যখন এই অবস্থা হয় তখন তাকে 'টিনের রোগ' (tin disease) বলে। অতি অল্প পরিমাণে বিসমাথ, সীসা টিনে থাকলে টিনকে α-টিনে পরিবর্তন করতে দেয় না। 3·73°K-এ টিন বিদ্যুতের অতিপরিবাহী হয়। টিনের রডকে বেঁকালে এর থেকে তীক্ষ্ণ স্বর বের হয়। একে 'টিনের কান্না' (cry of tin) বলে। 108 থেকে 127 ও 130 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট টিনের সমস্থানিক প্রাকৃতিক টিনে পাওয়া যায়। এদের মধ্যে অনেকগুলি আবার তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক। সাধারণ তাপমাত্রায় টিন জল ও বাতাসে স্থায়ী। টিন জলে অদ্রাব্য, বিষাক্ত নয় এবং সহজে ধাতু সংকর প্রস্তুত করে।

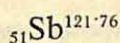
বিশুদ্ধ টিন বা টিনের সংকর ধাতু সাধারণ ধাতুর পাতকে প্রলেপ দেওয়ার জন্যে সবচেয়ে বেশী ব্যবহৃত হয়। টিনের প্রলেপ দেওয়া থাকলে ধাতুগুলি ক্ষয়ের এবং জারণের হাত থেকে রক্ষা পায়। টিন সিট তৈরি করা হয় লোহার সিটের ওপর টিনের আস্তরণ দিয়ে। গলিত টিনের মধ্যে ডুবিয়ে বা তড়িৎ বিশ্লেষণে লোহার সিটের ওপর টিনের প্রলেপ দেওয়া হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় লোহার সিটের ওপর 0·0001 থেকে 0·000015 ইঞ্চি পরিমাণ টিনের প্রলেপ দেওয়া যেতে পারে। টিনের কৌটোয় খাবার সংরক্ষণ করা হয়। কারণ এতে বিষক্রিয়া হয় না। আজকাল টিন ফয়েল অ্যালু-মিনিয়াম ফয়েল দ্বারা সম্পূর্ণ অপসারিত হয়েছে।

ব্রোঞ্জ, পেতল, কাঁসা, পিউটার, সোলডার বা রাং ঝাল হলো টিনের

কয়েকটি প্রয়োজনীয় ধাতু সংকর। ব্রোঞ্জ হলো পৃথিবীর প্রাচীনতম সংকর ধাতু এবং এতে 10% টিন থাকে। পেতলে 1% মতন টিন থাকলে পেতলকে ক্ষয়ের হাত থেকে রক্ষা করে। কাঁসায় 20—24% টিন থাকলে কাঁসার আওয়াজটা ভালো হয়। রাং ঝালে 20—70% টিন এবং বাকী অংশে সীসা থাকে। টিন, তামা ও অ্যান্টিমনির সংকর ধাতু ব্যাব্‌বিট (babbitt) দিয়ে বেয়ারিং প্রস্তুত করা হয়। পিউটার টিনও সীসার সংকর ধাতু। এটি বিষাক্ত বলে তেমন ব্যবহার হয় না। টিনের সঙ্গে অ্যান্টিমনি, তামা দিয়ে একরকম পিউটার সংকর ধাতু প্রস্তুত করা হয় যাকে ব্রিটানিয়া ধাতু বলে। এটি কঠিন ও উজ্জ্বল, একে যেমন খুশী ঢালাই বা হাতুড়ির ঘা দিয়ে সরু করা যায়। এছাড়া টাইপ মেটালে 3—15% টিন থাকে।

টিন বিজারক দ্রব্য হিসেবে ব্যবহৃত হয়। টিন ডাই-অক্সাইড এনামেল, গ্লেজ ইত্যাদি পালিশের জন্যে ব্যবহৃত হয়। টিনের যৌগ রঞ্জন শিল্পে-রসায়নাগারে বিজারক হিসেবে এবং জৈব যৌগ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

অ্যান্টিমনি (ANTIMONY)

$_{51}Sb^{121\cdot76}$

চিহ্ন = Sb, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 51, পারমাণবিক গুরুত্ব = 121·76, ঘনত্ব = 6·69 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 630·5°C। স্ফুটনাঙ্ক = 1640°C।

রোমান ভাষায় অ্যান্টিমনিকে স্টিবিয়াম (Stibium) বলে, যার থেকে এর চিহ্ন Sb-টা নেওয়া হয়েছে। আরবীয়গণ একে অ্যান্টিমনিয়াম (antimonium) বলত এবং বোধহয় এর থেকেই অ্যান্টিমনি কথাটা এসেছে। অ্যান্টিমনির যৌগ স্টিবনাইট প্রাচীনকালেও জানা ছিল, যা দিয়ে আগে ভ্রূ কালো করা হতো। পঞ্চদশ শতাব্দীতে বেসিল ভ্যালেণ্টাইন (Basil Valentine) নামে এক ধর্মযাজক অ্যান্টিমনি আবিষ্কার করেন।

মৌল হিসেবে অ্যান্টিমনি প্রকৃতিতে পাওয়া গেলেও তা অত্যন্ত দুষ্প্রাপ্য।

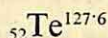
প্রকৃতিতে অ্যান্টিমনি সাধারণত সালফাইড হিসেবে পাওয়া যায়। স্টিবনাইট, ভ্যালেন্টাইনাইট (অক্সাইড) ইত্যাদিতেও অ্যান্টিমনি পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায় $1 \times 10^{-4}\%$ অ্যান্টিমনি আছে। সীসা, তামা, রূপার খনিজে আর্সেনিকের সঙ্গে অ্যান্টিমনিও পাওয়া যায়। আর এর জন্যেও একে হয়তো, অ্যান্টিমনি বলা হয়, কারণ গ্রীক শব্দ অ্যান্টিমনাস (antimonous) মানে নিঃসঙ্গের বিপরীত (opposite to solitude)।

অ্যান্টিমনি সালফাইডকে লোহার সঙ্গে ভস্মীকরণ (smelting) করলে অ্যান্টিমনি পাওয়া যায়। কিংবা সালফাইড যৌগকে জারিত করে অক্সাইডে পরিণত করে কার্বন দিয়ে বিজারিত করলে অ্যান্টিমনি মৌল হিসেবে পাওয়া যায়।

অ্যান্টিমনি রূপার মতন সাদা ও উজ্জ্বল ধাতু। এটি মোটামুটি কঠিন, কিন্তু ভঙ্গুর ধাতু। রূপার তুলনায় এর বিদ্যুৎবাহীতা মাত্র 4%। অ্যান্টিমনির অনেকগুলি রূপভেদ বা বহুরূপ আছে। এদের মধ্যে সাদা বা ধূসর রঙের ধাতব অ্যান্টিমনি, হলুদ রঙের অস্থায়ী অ্যান্টিমনি এবং কালো রঙের অনিয়তাকার অ্যান্টিমনি (যা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সক্রিয়) আছে। তড়িৎ বিশ্লেষণে প্রাপ্ত অ্যান্টিমনিকে বিস্ফোরক অ্যান্টিমনি (explosive antimony) বলে।

ধাতব অ্যান্টিমনি বিষাক্ত না হলেও এর অনেক লবণই বিষাক্ত। ধাতব অ্যান্টিমনি সাধারণত সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। সীসা, টিন ইত্যাদি নরম ধাতুকে কঠিন করতে অ্যান্টিমনি ব্যবহার হয়। পিউটার, টাইপ মেটাল; হার্ড লেড ইত্যাদি সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে অ্যান্টিমনি ব্যবহার করা হয়। অ্যান্টিমনির যৌগগুলি রঞ্জন শিল্পে, ফার্মেসীর কাজে, আতস বাজী প্রস্তুতিতে, আলোর সিগন্যালে ব্যবহৃত হয়।

টেলুরিয়াম (TELLURIUM)

$_{52}Te^{127\cdot6}$

চিহ্ন = Te, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 52, পারমাণবিক গুরুত্ব = 127·6, ঘনত্ব = 6·24 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 450°C, স্ফুটনাঙ্ক = 987°C।

1782 খ্রীষ্টাব্দে জে. এফ. এম. ভন রেইচেন্‌স্টাইন (J. F. M. Von Reichenstein) টেলুরিয়াম আবিষ্কার করেন। কিন্তু এম. এইচ ক্লপরথ (M. H. Klaproth) বিশুদ্ধ অবস্থায় টেলুরিয়াম আবিষ্কার করেন এবং tellus মানে পৃথিবী থেকে এর নামকরণ করেন টেলুরিয়াম (tellurium)। টেলুরিয়ামের প্রধান খনিজ হলো সিলভানাইট (sylvanite), কলোরেডোয়াইট (colorad oite), হেস্‌সাইট ইত্যাদি। তাছাড়া ধাতুর তড়িৎ বিশোষণে প্রাপ্ত তলানিতে টেলুরিয়াম পাওয়া যায়। টেলুরিয়াম একটি বিরল মৌল। ভূত্বকে মাত্র $2\times10^{-7}\%$ আছে।

টেলুরিয়ামের খনিজকে ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে ফুটিয়ে নিলে টেলুরাইট (TeO_2) পাওয়া যায়, যাকে সালফিউরাস অ্যাসিড দিয়ে বিজারিত করলে টেলুরিয়াম পাওয়া যায়।

টেলুরিয়ামের দুটি বহুরূপ আছে—যেমন কেলাসাকার ও অনিয়তাকার। গলিত টেলুরিয়ামকে ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা করলে কেলাসাকার টেলুরিয়াম পাওয়া যায়। কেলাসাকার টেলুরিয়াম রূপার মতন সাদা এবং এর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে। যদিও টেলুরিয়াম অধাতব মৌল। কেলাসাকার টেলুরিয়াম ভঙ্গুর হয় এবং সহজেই অনিয়তাকার টেলুরিয়ামে পরিণত হয়। কেলাসাকার টেলুরিয়াম বিদ্যুতের কুপরিবাহী। অনিয়তাকার টেলুরিয়াম ধূসর কালো পদার্থ, যার ঘনত্ব 6·015 গ্রাম/সিসি। টেলুরিয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। টেলুরিয়ামের যৌগগুলি সেলেনিয়ামের যৌগের মতন বিষাক্ত নয়।

টেলুরিয়াম ইস্পাতের প্রসার্যতা বাড়ায়। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ও সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে , রঞ্জন ও পেট্রোলিয়াম শিল্পে, পোকা মারার জন্যে ও কাঠ

সংরক্ষণে টেলুরিয়াম ব্যবহৃত হয়। টেলুরিয়াম সীসার সংকর ধাতু অনেক বেশী কঠিন ও ক্ষয়রোধক। টেলুরিয়াম বিসমাথ সংকর ধাতু থার্মোইলেক্ট্রিক উত্তাপকে ঠাণ্ডা করতে ব্যবহৃত সকল পদার্থের মধ্যে সেরা। অ্যালুমিনিয়াম টেলুরিয়াম সংকর ধাতুর প্রসার্যতা খুব বেশী এবং টিন টেলুরিয়াম সংকর ধাতুর শক্তি খুব বেশী এবং খুব কঠিন।

আয়োডিন (IODINE)

$_{53}I^{129.9044}$

চিহ্ন = I, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 53, পারমাণবিক গুরুত্ব = 129·9044, ঘনত্ব = 4·94 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 113·6°C, স্ফুটনাঙ্ক = 185°C।

গ্রীক শব্দ iodes মানে বেগুনী (violet) থেকে আয়োডিন শব্দটা এসেছে। 1811 খ্রীষ্টাব্দে বি. কোর্টোয়াজ (B. Courtous) আয়োডিন আবিষ্কার করেন।

মৌল অবস্থায় আয়োডিন প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, কিন্তু যৌগ হিসেবে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। ভূত্বকে প্রতি দশ লক্ষ ভাগে মাত্র 0·3 ভাগ আয়োডিন আছে। সমুদ্রজলের প্রতি দশ লক্ষ ভাগে মাত্র 0·05 ভাগ আয়োডিন আছে। তাই সামুদ্রিক আগাছার ছাই থেকে আয়োডিন নিষ্কাশন করা হয়। তাছাড়া ক্যালাচি থেকেও আয়োডিন নিষ্কাশন করা হয়। ক্যালাচি চিলির সোডিয়াম নাইট্রেটে পাওয়া যায়, আর আয়োডিন ক্যালাচিতে সোডিয়াম আয়োডেট হিসেবে আছে।

সোডিয়াম আয়োডাইডকে ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড ও ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে উত্তপ্ত করে আয়োডিন পাওয়া যায়। আয়োডাইডের তড়িৎ বিজারণেও আয়োডিন পাওয়া যায়।

আয়োডিন হ্যালোজেন শ্রেণীর সদস্য। সাধারণ অবস্থায় বেগুনী রঙের ধাতব ঔজ্জ্বল্য বিশিষ্ট অধাতব মৌল। আয়োডিনকে উত্তপ্ত করলে বেগুনী

রঙের বাষ্পে পরিণত হয়। কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় অবস্থায় আয়োডিনের পরমাণুকতা দুই অর্থাৎ সংকেত I_2। মাত্র 0·29 গ্রাম আয়োডিন 1000 গ্রাম জলে দ্রাব্য। প্রকৃতিতে আয়োডিনের স্থায়ী সমস্থানিক একটিই আছে, যার ভর সংখ্যা 127। কিন্তু কৃত্রিম উপায়ে প্রায় 22টি তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক প্রস্তুত করা সম্ভব হয়েছে। যার মধ্যে আয়োডিন 131 সমস্থানিকটি তেজস্ক্রিয় ট্রেসারে কাজে লাগে।

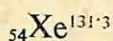
আয়োডিন জলে অত্যন্ত কম দ্রাব্য, কিন্তু আয়োডাইডের উপস্থিতিতে জলে খুব দ্রাব্য। আয়োডিন অ্যালকোহল, ইথার, কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে দ্রাব্য এবং দ্রবণের বর্ণ বেগুনী হয়।

আয়োডিন অন্যান্য হ্যালোজেনের মতন আচরণ করে। নোবেল গ্যাস, গন্ধক ও সেলেনিয়াম ছাড়া প্রায় সমস্ত মৌলের সঙ্গে আয়োডিন যৌগ প্রস্তুত করে, এমনকি অন্যান্য হ্যালোজেনের সঙ্গেও যৌগ প্রস্তুত করে।

উন্নত শ্রেণীর প্রাণীর শরীরের বিভিন্ন অংশে এবং বিশেষ করে থাইরয়েড গ্রন্থিতে (Thyroid gland) আয়োডিন অল্প পরিমাণে যৌগ হিসেবে আছে। তাই এইসব প্রাণীর জন্যে অতি অল্প পরিমাণে আয়োডিন একান্ত প্রয়োজনীয়। যেখানকার মাটিতে আয়োডিন আছে, সেখানে উৎপন্ন উদ্ভিজ্জ খাদ্য বা মোটা দানাদার খাদ্য লবণ ঐসকল প্রাণীর আয়োডিনের চাহিদা মেটায়। খাদ্য লবণে আয়োডিন আয়োডাইড হিসেবে থাকে।

আয়োডিন খুব ভালো বীজাণুনাশক পদার্থ এবং এটি রক্তকে জমাট বাঁধতে সাহায্য করে। শরীরের বাইরের অংশের ক্ষতে লাগাবার জন্য আয়োডিনের টিনচার (যা আয়োডিনের অ্যালকোহল দ্রবণ) ব্যবহার করা হয়। বেশী পরিমাণে আয়োডিন খেলে সেটা বিষের মতন হবে। ওষুধ, রঞ্জন, ফটোগ্রাফী শিল্পে ও আয়োডিন যৌগ প্রস্তুতিতে এবং রসায়নাগারে প্রচুর পরিমাণে আয়োডিন ব্যবহৃত হয়। জৈব যৌগ সংশ্লেষণে আয়োডিন ব্যবহৃত হয়।

জিনন (XENONE)

$_{54}Xe^{131 \cdot 3}$

চিহ্ন = Xe, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 54, পারমাণবিক গুরুত্ব = 131·3, ঘনত্ব = 5·891 গ্রাম/লিটার (প্রমাণ চাপ ও তাপে), গলনাঙ্ক = – 111·5°C এবং স্ফুটনাঙ্ক = – 107·1°C।

নিষ্ক্রিয় গ্যাস শ্রেণীর সদস্য। জার্মান শব্দ 'Xenos' মানে stranger থেকে জিনন কথাটি এসেছে। 1898 খ্রীষ্টাব্দে স্যার উইলিয়াম র‍্যামসে (Sir Willium Ramsay) এবং এম. ডব্লু. ট্রাভার্স (M. W. Travers) তরল আর্গনকে পাতন করে প্রাপ্ত অবশেষের বর্ণালী বিশ্লেষণ করে এই মৌলটি আবিষ্কার করেন। নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মধ্যে সবচেয়ে বিরল হলো জিনন। ভারী গ্যাসগুলির মধ্যে অন্যতম হলো জিনন, যা অক্সিজেনের পরিপ্রেক্ষিতে চার গুণেরও বেশী ভারী। অল্প পরিমাণে জিনন খনিজে ও উল্কার পাথরে পাওয়া যায়। জিননের প্রধান উৎস হলো বাতাস। প্রতি দশ লক্ষ ভাগ বাতাসে মাত্র 0·086 ভাগ জিনন আছে, যা আবার নটি সমস্থানিকের মিশ্রণ। এই নটি সমস্থানিকের কোনটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ নয়। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া দিয়ে তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক প্রস্তুত করা সম্ভব। ভূত্বকে মাত্র 3×10^{-৭}% জিনন আছে। মহাবিশ্বেও জিনন পাওয়া যায়।

তরল আর্গনকে পাতন করে জিনন পাওয়া যায়। জিনন বর্ণহীন, গন্ধহীন স্বাদহীন গ্যাসীয় পদার্থ (সাধারণ তাপমাত্রায়)। এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এবং 20°C-এ 108·1 মিলিলিটার জিনন 1000 গ্রাম জলে দ্রাব্য।

জিনন অতেজস্ক্রিয় নিষ্ক্রিয় গ্যাস যা রাসায়নিক যৌগ দেয় এবং যৌগগুলি সাধারণ তাপমাত্রায় স্থায়ী। তেজস্ক্রিয় জিননের সর্বাধিক অর্ধজীবন কাল মাত্র 30 দিন। ইস্পাতের সিলিণ্ডারে জিনন বিক্রি করা হয়।

1962 খ্রীষ্টাব্দে নেইল বার্টলেট (Neil Bartlett) প্রথম জিননের স্থায়ী ফ্লোরাইড যৌগ আবিষ্কার করেন। প্রথমে জিনন হেক্সাফ্লোরোপ্ল্যাটিনেট এবং পরে জিনন টেট্রাফ্লোরাইড আবিষ্কৃত হয়। জিনন টেট্রাফ্লোরাইড কেলাসাকার কঠিন পদার্থ, যার গলনাঙ্ক—117·1°C।

ফটোগ্রাফী ফ্লাশ বাল্ব জিনন দিয়ে ভর্তি থাকে। এই বাল্ব থেকে যে সাদা আলো বের হয় তা দৃশ্যমান বর্ণালীর সমস্ত বর্ণের আলোর সঠিক মিশ্রণ। জিনন ভর্তি আর্ক ল্যাম্পের আলোর প্রখরতা কার্বন আর্ক ল্যাম্পের মতন। এক্স-রে বিকিরণের শোষক হিসেবে জিননকে অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে ব্যবহার করা হয়। 20% অক্সিজেন ও 80% জিনন মিশ্রণ মানুষকে অচৈতন্য করার জন্যে ব্যবহৃত হয়। এই মিশ্রণের শরীরের ওপর কোন বিষক্রিয়া নেই। জিনন নিজে বিষাক্ত নয় এবং এটি অদাহ্য পদার্থ। অতি বেগুনী বিকিরণ বাতিতে (ultra violet radiation lamp) জিনন উচ্চ চাপে থাকে। তাছাড়া এক্স-রে নিউট্রন কাউন্টারে জিনন ব্যবহৃত হয়। বাবল চেম্বারে (buble chamber) তরল জিনন ব্যবহৃত হয়। অনেক সময় মাথার এক্স-রে করতে বাতাসের পরিবর্তে জিনন ইন্‌জেকশান দেওয়া হয়, তাতে এক্স-রে ভালো হয়।

সিজিয়াম (CESIUM)

$_{55}Cs^{132.91}$

চিহ্ন = Cs, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 55, পারমাণবিক গুরুত্ব = 132·91, ঘনত্ব = 1·87 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 28·45°C, স্ফুটনাঙ্ক = 708°C।

1860 খ্রীষ্টাব্দে বুনসেন (Bunsen) এবং কিরচফ (Kirchhoff) বর্ণালী বিশ্লেষণ করে সিজিয়াম আবিষ্কার করেন। মৌলটির বর্ণালীতে দুটি নীল লাইন দেখতে পাওয়া যায়। যার থেকে এর নামকরণহয়েছে সিজিয়াম, কারণ ল্যাটিন শব্দ Caesium মানে আকাশী নীল। ভূত্বকে প্রায় $3{\cdot}2\times10^{-4}$% সিজিয়াম আছে।

মুক্ত অবস্থায় সিজিয়ামকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। যৌগ হিসেবে অন্যান্য ক্ষার ধাতুর সঙ্গে সিজিয়াম অবস্থান করে। কার্নালাইটে সিজিয়াম পাওয়া যায়। পোলুসাইট হলো সিজিয়ামের খনিজ যা এলব্যা (Elba) দ্বীপে পাওয়া যায়। পোলুসাইটকে 900°C-এ ক্যালসিয়াম দিয়ে উত্তপ্ত করে

সিজিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা যায় এবং আংশিক অন্তপ্রেষ পাতনে (vacuum distillation) এটিকে বিশুদ্ধ করা হয়।

সিজিয়াম রূপার মতন সাদা রঙের ক্ষার ধাতু, যা অনেকটা পটাশিয়াম বা রুবিডিয়ামের মতন দেখতে। সমস্ত কঠিন ধাতুর মধ্যে সবচেয়ে নরম হলো সিজিয়াম, এমনকি মৌচাকের মোমের থেকেও নরম। সমস্ত ধাতুর মধ্যে সবচেয়ে সক্রিয় এবং ধনাত্মক মৌল। অত্যন্ত দ্রুততার সঙ্গে জল ও বাতাসের সঙ্গে বিক্রিয়া করে। ফলে সিজিয়াম ধাতুকে জল ও বাতাসের অবর্তমানে রাখতে হয়। সিজিয়াম বিদ্যুতের পরিবাহী।

ভ্যাকুয়াম টিউবে গ্যাস অপসারক হিসেবে সিজিয়াম ব্যবহৃত হয়। তাপকে বিদ্যুতে পরিবর্তন করতে থার্মোআয়নিক কন্‌ভার্টারে এবং স্পেস (space) পাওয়ার প্ল্যান্টে তাপ স্থানান্তরিত করতে সিজিয়াম ব্যবহৃত হয়। সিজিয়ামের তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক 137 (ভর সংখ্যা) ক্যানসারের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়। সিজিয়াম ক্লোরাইড যৌগটি বিষাক্ত।

বেরিয়াম (BARIUM)

$_{56}Ba^{137 \cdot 36}$

চিহ্ন = Ba, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 56, পারমাণবিক গুরুত্ব = 137·36, ঘনত্ব = 3·74 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 710°C, স্ফুটনাঙ্ক = 1696°C।

1808 খ্রীষ্টাব্দে স্যার হামফ্রি ডেভি (Sir Humphrey Davy) বেরিয়ামকে আবিষ্কার করেন। কিন্তু বেরিয়াম অক্সাইডকে প্রথম আবিষ্কার করেন শীলে (Scheele)। জার্মান শব্দ Baros মানে ভারী থেকে এই অক্সাইডের নামকরণ করা হয় ব্যারাইটা (baryta), আর এর থেকে মৌলটির নামকরণ করা হয়েছে বেরিয়াম। ব্যারাইটাকে অ্যালুমিনিয়াম দিয়ে উচ্চ তাপে বিজারিত করে বেরিয়াম প্রস্তুত করা হয়। অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, সাল-

ক্ষারের প্রতি আসক্তি থাকার জন্যে বেরিয়ামকে নিষ্কাশন করা শক্ত ও ব্যয়-সাধ্য। খুব কম পরিমাণ বেরিয়ামকে বাণিজ্যিকভাবে নিষ্কাশন করা হয়।

বেরিয়ামের প্রধান খনিজ হলো বেরাইট, ব্যারাইটা, ব্যারাইটস ও হেভি-স্পার প্রধান। বেরিয়ামের খনিজগুলি যে কোন রঙের, স্বচ্ছ এবং অসচ্ছ হতে পারে। ভূত্বকে প্রায় 0·04% বেরিয়াম আছে।

সগুকাটা বেরিয়াম ধূসর সাদা রঙের উজ্জ্বল ধাতু। ক্ষারীয় মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল। ধাতুটি প্রসার্যশীল ও নমনীয় এবং জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। বেরিয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। বেরিয়ামকে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পোড়ালে বেরিয়াম পার-অক্সাইড পাওয়া যায়। উত্তপ্ত অবস্থায় বেরিয়াম হাইড্রোজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া করে।

ধাতব বেরিয়ামের তেমন কোন বাণিজ্যিক ব্যবহার নেই। কেবল ধাতু সংকর প্রস্তুতিতে বেরিয়াম ধাতু ব্যবহার হয়। স্পার্ক প্লাগের তার তৈরিতে বেরিয়াম-নিকেল সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। বেরিয়ামের যৌগের মধ্যে কার্বনেট গ্লাস শিল্পে এবং ইঁদুর মারার বিষ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া রঞ্জন শিল্পে বেরিয়াম কার্বনেট ও সালফেট ব্যবহৃত হয়। সিগন্যালের সবুজ আলোর জন্যে বেরিয়াম নাইট্রেট ও ক্লোরেট ব্যবহার হয়। বেরিয়াম পার-অক্সাইড থেকে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। বেরিয়ামের যৌগ রেডিওর টিউবে ও ফ্লোরেসেণ্ট টিউবে ব্যবহৃত হয়। জলে দ্রবণীয় বেরিয়ামের লবনগুলি বিষাক্ত। পেটের বা খাদ্যনালীর এক্স-রে করতে বেরিয়াম মিল ব্যবহার করা হয়।

ল্যান্থানাম (LANTHANUM)

$_{57}La^{138·92}$

চিহ্ন = La, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 57, পারমাণবিক গুরুত্ব = 138·92, ঘনত্ব = 6·18 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 826°C, স্ফুটনাঙ্ক = 3370°C।

সি. জি. মোসাণ্ডার (C. G. Mosander) 1839 খ্রীষ্টাব্দে ল্যান্থানাম মৌলটি আবিষ্কার করেন। গ্রীক শব্দ Lanthanus মানে to be concealed থেকে মৌলটির নামকরণ করা হয়েছে ল্যান্থানাম। ভূত্বকে প্রায় 0·0018% ল্যান্থানাম আছে।

মৌল হিসেবে ল্যান্থানাম প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। মোনাজাইট বালি, ব্যাস্ট্‌নেসাইট, শীলাইট; সেরাইট ইত্যাদি বিরলমৃত্তিকা মৌলের (rare-earth elements) খনিজে ল্যান্থানাম পাওয়া যায়।

গলিত ল্যান্থানাম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে ল্যান্থানাম ধাতু প্রস্তুত করা যায়।

ল্যান্থানাম টিনের মতন সাদা ধাতু এবং এটি প্রসার্যশীল। বাতাসে রাখলে মলিন হয়ে পড়ে এবং শুখনো বাতাসে রাখলে এর ওপর ইস্পাত নীল আস্তরণ পড়ে যা মৌলটিকে ক্ষয়ের হাত থেকে রক্ষা করে। ল্যান্থানাম টিনের চেয়ে বেশী কঠিন। 138 এবং 139 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট দুটি সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। La 139 আছে প্রায় 99·91% এবং অবশিষ্ট হলো La 138। La 138 তেজস্ক্রিয় পদার্থ, যার $t_{\frac{1}{2}}$ $1{\cdot}1 \times 10^{11}$ বছর। 60°K-এ ল্যান্থানাম বিদ্যুতের অতিপরিবাহী হয়। অন্যান্য বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের সঙ্গে মিশ্রিত অবস্থায় ল্যান্থানাম প্রস্তুত করা যায় এবং এই মিশ্র পদার্থটিকে মিস্‌চমেটাল (mischmetall) বলে।

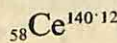
গ্লাস শিল্পে ল্যান্থানাম ব্যবহৃত হয় এবং এই গ্লাস দিয়ে দামী লেন্স প্রস্তুত করা হয়।

বিরল মৃত্তিকা মৌলসমূহ (RARE EARTH ELEMENTS)

সেরিয়াম	টারবিয়াম
প্রাসিওডিমিয়াম	ডায়াসপ্রোসিয়াম
নিওডিমিয়াম	হোলমিয়াম
প্রোমেথিয়াম	ইরবিয়াম
সামারিয়াম	থুলিয়াম
ইউরোপিয়াম	ইটারবিয়াম
গ্যাডোলিনিয়াম	লুটেসিয়াম

58 থেকে 71 পারমাণবিক ক্রমাঙ্কবিশিষ্ট মৌলসমূহকে বিরল মৃত্তিকা মৌল (rare earth elements) বলে। এই মৌলগুলি ক্যালসিয়াম, স্ট্রনশিয়াম, বেরিয়ামের মতন মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল (earth elements) নয় এবং বিরলও নয়। বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর অক্সাইডগুলি ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম অ্যালুমিনিয়ামের অক্সাইডের মতন। সেরিয়াম ভূত্বকে টিন, ইট্রিয়াম থেকে বেশী পাওয়া যায়, এমন কি কিছু কিছু বিরল মৃত্তিকা মৌল সীসার থেকেও বেশী পাওয়া যায়। বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল প্রোমেথিয়াম ছাড়া অন্যান্য বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল প্ল্যাটিনাম শ্রেণীর মৌলের থেকে ভূত্বকে বেশী পাওয়া যায়। বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলগুলি প্রকৃতিতে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে, কিন্তু অল্পমাত্রায়। কিছু কিছু খনিজে এই শ্রেণীর মৌলের মাত্রা বেশী থাকে। প্রথম দিকের কিছু বিরল মৃত্তিকা মৌলের ধর্ম ল্যান্থানামের মতন এবং ইউরোপিয়াম থেকে পরের দিকের বিরল মৃত্তিকা মৌলের ধর্ম ইট্রিয়ামের মতন। প্রথম দিকের বিরল মৃত্তিকা মৌলকে সেরাইট মৃত্তিকা (Cerite earths) মৌল এবং পরের দিকের মৌলকে ইট্রিয়াম মৃত্তিকা (Yttrium earths) মৌল বলে। সেরাইট মৃত্তিকা মৌলগুলির খনিজ হলো সেরাইট, অর্থাইট এবং মোনাজাইট বালি। ইট্রিয়াম মৃত্তিকা মৌলের খনিজ হলো গ্যাডোলিনাইট, বা ইট্টারবাইট, জেনোটাইম, সামারস্ক্যাইট ইত্যাদি। এছাড়াও অনেক খনিজে অল্পমাত্রায় বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল পাওয়া যায়। মৌল হিসেবে কোন বিরল মৃত্তিকা মৌলকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলকে ল্যান্থানাইড (Lanthanides) বলে। ল্যান্থানাইডগুলি একসঙ্গে ল্যান্থানামের সঙ্গে পর্যায় সারণীতে অবস্থান করে।

সেরিয়াম (CERIUM)

$_{58}Ce^{140.12}$

চিহ্ন = Ce, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 58, পারমাণবিক গুরুত্ব = 140.12, ঘনত্ব = 6·9 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 815°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2930°C।

Ceres নামে গ্রহাণু (asteroid) থেকে এই মৌলটির নামকরণ করা হয়েছে সেরিয়াম। বিরল মৃত্তিকা মৌলের মধ্যে সবচেয়ে বেশী পাওয়া যায়। 1803 খ্রীষ্টাব্দে এম. এইচ. ক্লপরথ (M. H. Klaproth), জে. জে. বার্জিলিয়াস (J. J. Berzelius) এবং ডব্লু. হিসিঙ্গার (W. Hisinger) আলাদা আলাদাভাবে সেরিয়াম অক্সাইড আবিষ্কার করেন। অনার্দ্র (anhydrous) সেরিয়াম ক্লোরাইডকে সোডিয়াম বা পটাশিয়াম দিয়ে বিজারিত করে মোসাণ্ডার (Mosandar) প্রথম ধাতব সেরিয়াম প্রস্তুত করেন। ভূত্বকে প্রায় 0·004% সেরিয়াম আছে। সেরিয়ামের প্রধান খনিজ হলো মোনাজাইট বালি, সেরাইট ইত্যাদি। সেরিয়াম অন্যান্য বিরল মৃত্তিকা মৌলের সঙ্গে অনেক খনিজে পাওয়া যায়। ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম, প্লুটোনিয়ামের ফিশানে (fission) উৎপন্ন বস্তুতে সেরিয়াম পাওয়া যায়। আজকাল আয়ন এক্সচেঞ্জ পদ্ধতি দিয়ে অন্যান্য বিরল মৃত্তিকা মৌল থেকে সেরিয়ামকে আলাদা করা যায়।

সেরিয়াম লোহার মতন ধূসর বর্ণের ধাতু। এটি সীসার মতন নরম, নমনীয় ও প্রসার্যশীল ধাতু। সেরিয়াম বিদ্যুতের কুপরিবাহী। 136, 138, 140, 142 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট চারটি স্থায়ী সমস্থানিক প্রাকৃতিক সেরিয়ামে পাওয়া যায়। এদের মধ্যে আবার 142 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট সেরিয়াম তেজস্ক্রিয় পদার্থ, অর্ধজীবনকাল যার 5×10^{15} বছর। সেরিয়াম ধাতু বায়ুতে সহজে জারিত হয়। বিশুদ্ধ অবস্থায় সেরিয়ামে তেমন আগুন ধরে না, কিন্তু সেরিয়াম লোহার সংকর ধাতুতে অত্যন্ত তাড়াতাড়ি আগুন ধরে যায়। খুব কম তাপমাত্রায় বা উচ্চচাপে সেরিয়ামের একটি বিশেষ বহুরূপ পাওয়া যায়, যার আপেক্ষিক গুরুত্ব সাধারণ সেরিয়ামের চেয়ে 18% বেশী।

কাচকে পালিশ ও অস্বচ্ছ (opacity) করার কাজ, ধাতু শিল্পে গেটার (getter) হিসেবে সেরিয়াম ব্যবহৃত হয়। পারমাণবিক চুল্লীতে ব্যবহৃত ইউরেনিয়াম জ্বালানীর পর যে অবশেষ পড়ে থাকে তার থেকে বিভাজিত বস্তু (fission product) আলাদা করার জন্যে সেরিয়াম ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া থোরিয়াম গ্যাস ম্যেণ্টালে সেরিয়াম ব্যবহার করা হয়। স্বয়ংক্রিয় গ্যাস লাইটারে সেরিয়াম সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। ফ্লাশলাইটে সেরিয়াম ম্যাগনেশিয়াম সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। সেরিয়াম লবণ রসায়নাগারে ব্যবহৃত হয়।

প্রাসিওডিমিয়াম (PRASEODYMIUM)

$_{59}Pr^{140.91}$

চিহ্ন = Pr, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 59, পারমাণবিক গুরুত্ব = 140·91, ঘনত্ব = 6·769 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 932°C, স্ফুটনাঙ্ক = (3017 ± 90)°C।

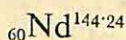
বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের দ্বিতীয় সদস্য। জার্মান শব্দ Praseos মানে leekgreen এবং didymos মানে যমজ (twin) থেকে এসেছে। 1885 খ্রীষ্টাব্দে সি. এফ. অউয়ার ভন ওয়েল্সবেচ (C. F. Auer Von Welsbach) মৌলটি আবিষ্কার করেন। মৌলটি প্রকৃতিতে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। প্রাসিওডিমিয়াম ও নিওডিমিয়াম মৌল দুটি একত্রে অনেকদিন পর্যন্ত একটি মৌল বলে মনে করা হতো। প্রাসিওডিমিয়াম ও নিওডিমিয়াম 1 : 2 অনুপাতে খনিজে পাওয়া যায়। এই দুটি মৌলকে সেরাইট ও অন্যান্য বিরল-মৃত্তিকা মৌলের খনিজে পাওয়া যায়। ভূত্বকে মৌলটি $5.5 \times 10^{-4}\%$ আছে।

অনার্দ্র প্রাসিওডিমিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণে প্রাসিওডিমিয়াম পাওয়া যায়।

প্রাসিওডিমিয়াম হলুদ আভাযুক্ত উজ্জল ধাতু। শুখনো বাতাসে এর ধাতব ঔজ্জল্য নষ্ট হয় না, কিন্তু জলীয় বাতাসে মলিন হয়ে পড়ে। ধাতুটি ঠাণ্ডা জলের সঙ্গে আস্তে আস্তে এবং গরম জলের সঙ্গে প্রবলভাবে বিক্রিয়া করে এবং বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাস বের হয়। ধাতুটির লবণগুলি হাল্কা সবুজ রঙের হয়।

প্রাসিওডিমিয়ামের তেমন কোন ব্যবহার নেই। কিন্তু এর লবণগুলি গ্লাস, সিরামিক এবং গ্লেজ শিল্পে ব্যবহার করা হয়। গ্যাস মেণ্টালের ওপর ছাপতে ডাইডিমিয়াম (যা প্রাসিওডিমিয়াম ও নিওডিমিয়ামের মিশ্রণ) ব্যবহার করা হয়।

নিওডিমিয়াম (NEODYMIUM)

$_{60}Nd^{144 \cdot 24}$

চিহ্ন = Nd, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 60, পারমাণবিক গুরুত্ব = 144·24, ঘনত্ব = 7·007 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (1024°C,) স্ফুটনাঙ্ক = 3085°C।

বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর তৃতীয় সদস্য। নিওডিমিয়াম কথাটা গ্রীক শব্দ Neos মানে নতুন (new) এবং Didymos মানে যমজ থেকে এসেছে। 1885 খ্রীষ্টাব্দে সি. এফ. এ. ভন. ওয়েল্‌সবেচ (C. F. A. Von Welsbach) নিওডিমিয়াম আবিষ্কার করেন। তিনি ডাইডিমিয়ামকে দুটি মৌলে পৃথক করেন। একটির নাম দেন প্রাসিওডিমিয়াম এবং অপরটির নাম দেন নিও-ডিমিয়াম। বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের মধ্যে প্রাপ্তিদিক থেকে সেরিয়ামের পরই এর স্থান। ভূত্বকে মৌলটি প্রায় 0·0024% আছে।

সেরাইট, মোনাজাইট বালি, গ্যাডোলিনাইট ইত্যাদি বিরল মৃত্তিকা মৌলের খনিজে নিওডিমিয়াম পাওয়া যায়। তাছাড়া প্রাসিওডিমিয়ামের সঙ্গে ডাইডিমিয়ামেও পাওয়া যায়। মৌলটির অনার্দ্র ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে নিওডিমিয়াম পাওয়া যায়।

নিওডিমিয়াম হাল্কা হলুদ আভাযুক্ত ধাতু। শুখনো বাতাসে এর ধাতব ঔজ্জ্বল্যের কোন পরিবর্তন হয় না, কিন্তু জলীয় বাতাসে মলিন হয়ে পড়ে। ধাতুটি জিঙ্কের মতন কঠিন। সাধারণ তাপমাত্রায় জলের দ্বারা আক্রান্ত হয়। নিওডিমিয়ামের অনেকগুলি স্থায়ী সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। এদের মধ্যে Nd 144 তেজস্ক্রিয় মৌল ও এর $t_{\frac{1}{2}}$ 5×10^{15} বছর। নিও-ডিমিয়ামের যৌগগুলি লালচে বেগুনী বা গোলাপী লাল রঙের হয়।

গ্লাস ব্লোয়ারদের গগলস প্রস্তুতিতে ডাইডিমিয়াম ব্যবহার করা হয়, কারণ এই গ্লাস জোরালো হলুদ রঙের শিখার D আলোকে শোষণ করতে পারে। তাছাড়া লেসার প্রস্তুতিতে নিওডিমিয়াম ব্যবহার করা হয়।

প্রোমেথিয়াম (PROMETHIUM) বা ইলিনিয়াম (ILLINIUM)

$_{61}Pm^{147}$

চিহ্ন = Pm, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 61, পারমাণবিক গুরুত্ব = 147।

প্রোমেথিয়াম ল্যান্থানাম শ্রেণীর মৌল, কিন্তু এই মৌলটিকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। যদিও অনেকে বর্ণালী বিশ্লেষণ করে এই মৌলটি প্রকৃতিতে আছে বলে দাবি করেন। কৃত্রিম উপায়ে (নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায়) মৌলটি প্রস্তুত করা হয়। ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম, এবং প্রোট্যাক্টিনিয়াম ইত্যাদি মৌলের বিভাজনের (fission) ফলে মৌলটি পাওয়া যায়। 1945 খ্রীষ্টাব্দে জে. এ. মেরিন্স্কি (J. A. Marinsky), এল. ই. গ্লেনডিনিন (L. E. Glendenin) এবং সি. কোরিয়েল (C. Coryel) তেজস্ক্রিয় মৌলের বিভাজন থেকে প্রাপ্ত পদার্থ থেকে প্রোমেথিয়ামকে আবিষ্কার করেন। এই তিন আবিষ্কার কর্তা মৌলটির নাম দেন প্রোমেথিয়াম। নামটি গ্রীক উপকথা প্রোমেথিয়াস (Prometheus) থেকে নেওয়া হয়েছে। কারণ প্রোমেথিয়াস যেমন স্বর্গ থেকে মানুষের জন্যে আগুন আনেন তেমনই তেজস্ক্রিয় বিভাজনের জন্য কেন্দ্রীণের শক্তিকে কাজে লাগানো হয়। কৃত্রিম প্রত্যেকটি প্রোমেথিয়ামের সমস্থানিকই তেজস্ক্রিয় পদার্থ। সমস্থানিকগুলির মধ্যে Pm 147 সবচেয়ে বেশী পাওয়া যায় এবং যার $t_{\frac{1}{2}}$ প্রায় 2 বছর সাড়ে সাত মাসের কিছু বেশী। এই Pm 147 সমস্থানিকটি বিশুদ্ধ অবস্থায় কয়েক মিলিগ্রাম প্রস্তুত করা সম্ভব হয়েছে। প্রোমেথিয়ামের অক্সাইড, নাইট্রেট, ক্লোরাইড প্রস্তুত করা সম্ভব হয়েছে।

প্রোমেথিয়ামকে ট্রেসারে ব্যবহার করা হয়, স্বয়ংপ্রভ (self luminous) যৌগ প্রস্তুতিতে (যা মহাকাশযানে ব্যবহৃত নিউক্লিয়ার পাওয়ার ব্যাটারীতে বিশেষভাবে প্রয়োজন) ব্যবহার করা হয়।

প্রোমেথিয়ামকে বর্ণালী বিশ্লেষণ দিয়ে সনাক্ত করা হয়।

সামারিয়াম (SAMARIUM)

$_{62}Sm^{150 \cdot 35}$

চিহ্ন = Sm, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 62, পারমাণবিক গুরুত্ব = 150·35, ঘনত্ব = 7·54, গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 1052°C, স্ফুটনাঙ্ক = (1627°C)।

মৌলটির নামকরণ রুশদেশীয় ইঞ্জিনিয়ার সামারস্কির (Samarski) নামানুসারে হয়েছে। সামারিয়াম বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল এবং অন্যান্য বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের খনিজে অল্প পরিমাণে পাওয়া যায়। সামারিয়ামের প্রধান খনিজ হলো সেরাইট, সামারস্কাইট, গ্যাডোলিনাইট ইত্যাদি। 1879 খ্রীষ্টাব্দে এল. ডি বোইসবউড্রান (L. D. Boisbaudran) প্রথম আবিষ্কার করেন এবং 1901 খ্রীষ্টাব্দে ই, ডিমারকে (E. Demarcay) প্রথম অতি বিশুদ্ধ সামারিয়াম মৌল আবিষ্কার করেন। ভূত্বকে প্রায় $6 \cdot 5 \times 10^{-4}$% মৌলটি আছে।

সামারিয়ামের খনিজ থেকে সামারিয়ামকে প্রথমে অক্সাইডে এবং পরে ক্লোরাইডে পরিণত করা হয়। সামারিয়াম ক্লোরাইড অ্যালকোহলে অদ্রাব্য, কিন্তু অন্যান্য ক্লোরাইডগুলি অ্যালকোহলে দ্রাব্য। অনার্দ্র ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে সামারিয়াম প্রস্তুত করা হয়। কিন্তু সামারিয়াম অক্সাইডকে ল্যান্থানাম মিশিয়ে কমচাপে পাতন করলে বিশুদ্ধ সামারিয়াম পাওয়া যায়।

সামারিয়াম ধাতু ভঙ্গুর, কঠিন, ধূসর বর্ণের হলুদ রঙের উজ্জ্বল ধাতু। বাতাসে ধাতুটি মলিন হয়ে পড়ে। 144, 147 থেকে 150, 152, 154 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট সামারিয়ামের সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। এদের মধ্যে 147, 148, 149 ভর সংখ্যার সমস্থানিকগুলি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। এদের $t_{\frac{1}{2}}$ খুব বেশী। ধাতুটির লবণগুলি ফিকে হলুদ রঙের হয়।

সামারিয়ামের তেমন কোন ব্যবহার নেই। নিউক্লিয়ার রিঅ্যাক্টরে এবং ফ্লোরেসেন্ট পাউডারের উদ্দীপক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

ইউরোপিয়াম (EUROPIUM)

$_{63}Eu^{151 \cdot 96}$

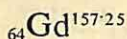
চিহ্ন = Eu, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 63, পারমাণবিক গুরুত্ব = 151·96, ঘনত্ব = 5·17 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (824°C,) স্ফুটনাঙ্ক = (1425°C)।

ইউরোপিয়াম বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল এবং প্রকৃতিতে খুব কম পাওয়া যায়। ভূত্বকে মাত্র $1 \times 10^{-4}\%$ আছে। ইউরোপ মহাদেশের নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করা হয়েছে। সামারস্কাইট নামে খনিজের বর্ণালী বিশ্লেষণ করে 1889 খ্রীষ্টাব্দে স্যার উইলিয়াম ক্রুকস (Sir Willium Crookes) এই মৌলটির অস্তিত্ব প্রথম সন্দেহ করেন এবং এই নতুন মৌলটির নাম দেন 'S'। পরে 1896 খ্রীষ্টাব্দে ই. ডিমারকে (E. Demarcay) প্রথম মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং তিনিই এর নামকরণ করেন ইউরোপিয়াম। পরে জানা গেল ইউরোপিয়াম এবং 'S' মৌলটি একই পদার্থ (মৌল)। 1904 খ্রীষ্টাব্দে জি. আরবেইন (G. Urbain) এবং এইচ লকাম্বে (H. Lacombe) বিশুদ্ধ অবস্থায় মৌলটি প্রথম প্রস্তুত করেন। মোনাজাইট বালি থেকে ইউরোপিয়াম নিষ্কাশন করা যায়। ইউরোপিয়াম অক্সাইড ও ল্যান্থানাম ধাতু মিশ্রণকে এক সঙ্গে পাতন করলে বিশুদ্ধ ইউরোপিয়াম পাওয়া যায়।

ইউরোপিয়াম মৌলটি খুব নরম ও বাতাসে মলিন হয়ে পড়ে। উদ্বায়ীর দিক থেকে বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মধ্যে দ্বিতীয় মৌল। গলনাঙ্কে মৌলটির বাষ্পীয় চাপ বেশ বেশী। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ইউরোপিয়াম 151, 153 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট সমস্থানিক দিয়ে গঠিত। মৌলটির যৌগগুলি বেগুনী রঙের হয়।

টেলিভিশান ও পারমাণবিক শিল্পে ইউরোপিয়াম ও এর অক্সাইডগুলি ব্যবহার করা হয়।

গ্যাডোলিনিয়াম (GADOLINIUM)

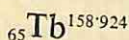
$_{64}Gd^{157 \cdot 25}$

চিহ্ন = Gd, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 64, পারমাণবিক গুরুত্ব = 157·25, ঘনত্ব = 7·87 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (1325°C), স্ফুটনাঙ্ক = (2725°C)।

বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল। গ্যাডোলিনিয়াম অন্যান্য বিরল মৃত্তিকা মৌলের খনিজে পাওয়া যায়। বিশেষ করে টারবিয়াম শ্রেণীর মৌলের খনিজে। ভূত্বকে মৌলটি প্রায় $6 \cdot 5 \times 10^{-4}$% আছে, যা সামারিয়াম ধাতুর পরিমাণের সঙ্গে সমান।

1880 খ্রীষ্টাব্দে জে. সি. মেরিগ্‌নাক (J. C. Marignac) অবিশুদ্ধ অবস্থায় একটি বিরল মৃত্তিকা মৌল আবিষ্কার করেন এবং তার নাম দেন 'Y'। পরে সুইডিস রসায়নবিদ গ্যাডোলিনের নামানুসারে এই মৌলটির নাম দেন গ্যাডোলিনিয়াম।

প্রকৃতিতে প্রাপ্ত গ্যাডোলিনিয়াম অনেকগুলি সমস্থানিকের মিশ্রণ। Gd 152 সমস্থানিকটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ, যার $t_{\frac{1}{2}}$ $1 \cdot 1 \times 10^{14}$ বছর। গ্যাডো-লিনিয়াম ধাতুটি প্যারাম্যাগনেটিক (Paramagnetic) এবং সাধারণ তাপ-মাত্রায় দারুণ ফেরোম্যাগনেটিক। গ্যাডোলিনিয়ামের লবণের জলীয় দ্রবণ বর্ণহীন। ম্যাগনেটিক কুলিংয়ে (magnctic cooling) গ্যাডোলিনিয়াম লবণ ব্যবহার করা হয় এবং এতে 1°K-এর কম তাপমাত্রায় আনা সম্ভব হয়েছে। নিউক্লিয়ার বিভাজনে Gd 155 এবং 157 সমস্থানিক দুটি ব্যবহৃত হয়।

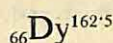
টারবিয়াম (TERBIUM)

$_{65}Tb^{158 \cdot 924}$

চিহ্ন = Tb, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 65, পারমাণবিক গুরুত্ব = 158·924, ঘনত্ব = 8·25 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (1450 ± 10)°C এবং স্ফুটনাঙ্ক = (2525°C)।

বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের মধ্যে অন্যতম বিরল মৌল। ভূত্বকে প্রায় $9\times10^{-5}\%$ আছে। সুইডেনের একটি শহরের নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করা হয়েছে। 1843 খ্রীষ্টাব্দে সি. জি. মোসাণ্ডার (C. G Mosandar) প্রথম টারবিয়াম অক্সাইড থেকে টারবিয়াম আবিষ্কার করেন। জি. আরবেইন (G. Urbain) প্রথম বিশুদ্ধ অবস্থায় মৌলটি প্রস্তুত করেন 1905 খ্রীষ্টাব্দে। সেরাইট ও অন্যান্য বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের খনিজে টারবিয়াম পাওয়া যায়। J59 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট টারবিয়াম প্রকৃতিতে 100% আছে। তবে কৃত্রিম উপায়ে টারবিয়ামের তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক প্রস্তুত করা যায়। টারবিয়ামের যৌগগুলি সাদা বা বর্ণহীন হয়। টায়বিয়ামের চুম্বকীয় (magnetic) ধর্ম বিচিত্র ধরনের।

টারবিয়াম বা এর যৌগগুলির তেমন কোন ব্যবহার নেই।

ডায়াসপ্রোসিয়াম (DYSPROSIUM)

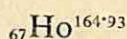
$${}_{66}Dy^{162\cdot5}$$

চিহ্ন = Dy, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 66, পারমাণবিক গুরুত্ব = 162·5, ঘনত্ব = 8·56 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (1500°C), স্ফুটনাঙ্ক = (2325°C)।

ডায়াসপ্রোসিয়াম বিরল মৃত্তিকার ইট্রিয়াম শ্রেণীর মৌল। ডায়াসপ্রোসিয়াম শব্দটা গ্রীক শব্দ Dysprositos মানে hard to get at থেকে এসেছে। 1886 খ্রীষ্টাব্দে এল. ডি বোইসবউড্রান (L. de Boisbaudran) মৌলটি আবিষ্কার করেন। মৌলটি প্রকৃতিতে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে এবং ব্লমস্ট্রেণ্ডাইন (blomstraindine), গ্যাডোলিনাইট, ইউজেনাইট (Euxenite) ইত্যাদি খনিজে পাওয়া যায়। মৌলটির অনেকগুলি সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

মৌলটি উচ্চতাপে সহজেই বাতাসের সঙ্গে বিক্রিয়া করে কিন্তু সাধারণ

তাপমাত্রায় এবং পিণ্ড অবস্থায় মৌলটি বেশ স্থায়ী এবং এর ধাতব ঔজ্জ্বল্য বজায় রাখে। ডায়াসপ্রোসিয়াম প্যারাম্যাগনেটিক কিন্তু 185°K-এ অ্যান্টি ফেরোম্যাগনেটিক এবং 85°K-এ ফেরোম্যাগনেটিক হয়। মৌলটি সাদা রঙের অক্সাইড দেয়, যা অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয়ে হলদে সবুজ রঙ দেয়। মৌলটির তেমন কোন ব্যবহার নেই।

হোলমিয়াম (HOLMIUM)

$_{67}Ho^{164 \cdot 93}$

চিহ্ন = Ho, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 67, পারমাণবিক গুরুত্ব = 164·93, ঘনত্ব = 8·8 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (1500°C), স্ফুটনাঙ্ক = (2325°C)।

স্টকহলমের (Stockholm) ল্যাটিন নাম হোলমিয়া (**Holmia**) থেকে মৌলটির নামকরণ করা হয়েছে। কারণ এই শহরের কাছে মৌলটির খনিজ পাওয়া গিয়েছিল। 1878 খ্রীষ্টাব্দে জে. এল. সোরেট (**J. L. Soret**) এবং 1879 খ্রীষ্টাব্দে পি. টি. ক্লেভে (**P. T. Cleve**) হোলমিয়ামকে পৃথক পৃথকভাবে আবিষ্কার বরেন। হোলমিয়াম ইট্রিয়াম শ্রেণীর বিরল মৃত্তিকা এবং এই শ্রেণীর খনিজে পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায় $1 \cdot 1 \times 10^{-4}$% হোলমিয়াম আছে। মৌলটি প্যারাম্যাগনেটিক, কিন্তু তাপমাত্রা কমালে প্রথমে অ্যান্টি-ফেরোম্যাগনেটিক এবং পরে ফেরোম্যাগনেটিক হয়। 400°C পর্যন্ত মৌলটি ক্ষয়রোধক। মৌলটি ফিকে সবুজ রঙের অক্সাইড দেয়। হোলমিয়ামের লবণের রঙ কমলা আভাযুক্ত হলুদ।

হোলমিয়ামের তেমন কোন ব্যবহার নেই।

ইরবিয়াম (ERBIUM)

$_{68}Er^{167 \cdot 26}$

চিহ্ন = Er, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 68, পারমাণবিক গুরুত্ব = 167·26, ঘনত্ব = 9164 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (1525 ± 25)°C, স্ফুটনাঙ্ক = (2625°C)।

বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল। 1843 খ্রীষ্টাব্দে সি. জি. মোসাণ্ডার (C.G. Mosandar) মৌলটি আবিষ্কার করেন। ইরবিয়াম অন্যান্য বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের খনিজে পাওয়া যায়। ইটারবি (Ytterby) নামে সুইডেনের একটি শহরের নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করা হয় ইরবিয়াম।

ইরবিয়াম গাঢ় ধূসর বর্ণের অনিয়তাকার ধাতব পদার্থ। এর অনেকগুলি সমস্থানিক আছে। তুলনামূলকভাবে ইরবিয়াম ক্ষয়রোধক ধাতু। কম তাপমাত্রায় মৌলটি অ্যান্টিফেরোম্যাগনেটিক, কিন্তু খুব কম তাপমাত্রায় খুব ফেরোম্যাগনেটিক পদার্থ। ইরবিয়ামের যৌগগুলি বেগুনী বা গোলাপী রঙের হয় এবং যৌগগুলি মিষ্ট স্বাদযুক্ত বা কষা ধরনের হয়। ইরবিয়াম বা এর যৌগগুলির তেমন কোন ব্যবহার নেই। ভূত্বকে প্রায় $2 \cdot 5 \times 10^{-4}$% ইরবিয়াম পাওয়া যায়।

থুলিয়াম (THULIUM)

$_{69}Tm^{168 \cdot 94}$

চিহ্ন = Tm, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 69, পারমাণবিক গুরুত্ব = 168·94, ঘনত্ব = 9·32 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক (1600 ± 25°) C, স্ফুটনাঙ্ক = (2125°C)।

বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর মধ্যে বিরল মৌল। থুলিয়াম শব্দটা ল্যাটিন শব্দ Thule থেকে এসেছে, যার অর্থ পৃথিবীর জনবসতির সবচেয়ে উত্তরের স্থান। 1827 খ্রীষ্টাব্দে পি. টি. ক্লেভে (P. T. Cleve) থুলিয়াম আবিষ্কার করেন।

থুলিয়াম, ইউজেনাইট, গ্যাডোলিনাইড ইত্যাদি অন্যান্য বিরলমৃত্তিকার খনিজে পাওয়া যায়। থুলিয়ামকে বিশুদ্ধ অবস্থায় প্রস্তুত করা অত্যন্ত কঠিন কাজ এবং থুলিয়ামকে ইরবিয়াম ধাতুর থেকে পৃথক করা খুবই শক্ত কাজ। ভূত্বকে প্রায় $2 \times 10^{-5}\%$ থুলিয়াম আছে।

অনার্দ্র থুলিয়াম ক্লোরাইডকে ক্যালসিয়াম দিয়ে উচ্চতাপে বিজারিত করে ধাতব থুলিয়াম প্রস্তুত করা হয়। Tm 169 প্রকৃতিতে 100% আছে। Tm1 69-কে নিউট্রনের আঘাতে Tm 170 প্রস্তুত করা যায়। Tm 170 একটি তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক এবং অত্যন্ত জোরালো শক্তি সম্পন্ন এক্স-রে বিকিরণ করে এবং এর $t^1/_2$ 129 দিন মাত্র। এই গুণের জন্য Tm 170-কে ছোট এক্স-রে যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়। এই যন্ত্রে কোন বৈদ্যুতিক শক্তির প্রয়োজন হয় না। যন্ত্রটির শক্তি ফুরিয়ে গেলে পুনরায় চার্জ করে নেওয়া হয়। থুলিয়ামের যৌগগুলি ফিকে সবুজ রঙের হয়।

ইটারবিয়াম (YTTERBIUM)

$_{70}Yb^{173 \cdot 04}$

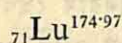
চিহ্ন = Yb, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 70, পারমাণবিক গুরুত্ব = 17304, ঘনত্ব = 696 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 824°C, স্ফুটনাঙ্ক = (1527°C)।

ইটারবিয়াম বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল। সুইডেনে অবস্থিত ইটারবি (Ytterby) নামে শহরের নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করা হয়। 1878 খ্রীষ্টাব্দে জে. সি. মেরিগ্ন্যাক (J. C. Marignac) প্রথম ইটারবিয়াম যৌগ পৃথক করেন এবং 1907 খ্রীষ্টাব্দে জি আরবেইন (G. Urbain) ম্যারিগ্ন্যাকের যৌগে দুটি মৌলকে সনাক্ত করেন। মৌল দুটির নাম দেন লুটেসিয়াম (Lutecium) এবং নিওইটারবিয়াম (Neoytterbium), পরে যা ইটার-বিয়াম হয়ে যায়। ইটারবিয়ামকে কখন কখন অ্যালডেবেরেনিয়াম বলা হয়। বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের খনিজে ইটারবিয়ামকে অল্প পরিমাণে পাওয়া

যায়, যেমন গ্যাডোলিনাইট, পলিক্রেজ (Polycrase) ইত্যাদিতে। ভূত্বকে প্রায় $2{\cdot}7\times10^{-4}$% ইটারবিয়াম আছে। ইটারবিয়ামকে অন্যান্য বিরলমৃত্তিকা মৌল থেকে পারদ সংকর করে আলাদা করা হয় এবং পরে পাতন করে ইটারবিয়ামকে সংকর থেকে আলাদা করা হয়।

ইটারবিয়াম রূপার মতন নরম ধাতু, বাতাসের সঙ্গে ক্যালসিয়াম, স্ট্রনশিয়ামের মতন বিক্রিয়া করে। প্রকৃতিতে ইটারবিয়ামের অনেকগুলি স্থায়ী সমস্থানিক আছে। ইটারবিয়ামের সাধারণ অক্সাইডকে ইটারবিয়া (Ytterbia) বলে। ইটারবিয়ামের তেমন কোন ব্যবহার নেই।

লুটেসিয়াম (LUTECIUM)

$_{71}Lu^{174{\cdot}97}$

চিহ্ন = Lu, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 71, পারমাণবিক গুরুত্ব = 174·97, ঘনত্ব = 9·85 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (1700 ± 50)°C, স্ফুটনাঙ্ক = (1925°C)।

বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর শেষ সদস্য এবং অন্যতম বিরল বিরলমৃত্তিকা মৌল। 1906 খ্রীষ্টাব্দে জি. আরবেইন (G. Urbain) আবিষ্কার করেন এবং প্যারিসের প্রাচীন নামানুসারে নামকরণ করেন লুটেসিয়াম। সি. এফ. এ. ভন ওয়েল্‌সবেচ (C. F. A. Von Walsbach)-ও পৃথকভাবে মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং নাম দেন ক্যাসিওপিয়াম (Cassiopium)। কিন্তু লুটেসিয়াম নামটাই গৃহীত হয়। লুটেসিয়ামকে ইটারবিয়ামের খনিজে পাওয়া যায়। 175 এবং 176 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট লুটেসিয়ামের দুটি সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। এর মধ্যে Lu 176 তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক এবং এর $t_{\frac{1}{2}}$ $2{\cdot}1\times10^{10}$ বছর। বিরলমৃত্তিকা শ্রেণীর মৌলের মধ্যে লুটেসিয়ামের আপেক্ষিক গুরুত্ব সবচেয়ে বেশী। লুটেসিয়ামের যৌগগুলি বর্ণহীন। তেমন কোন কাজে লুটেসিয়াম বা এর লবণগুলি লাগে না। ভূত্বকে প্রায় $7{\cdot}5\times10^{-5}$% লুটেসিয়াম পাওয়া যায়।

হাফনিয়াম (HAFNIUM)

$_{72}Hf^{178·49}$

চিহ্ন = Hf, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 72, পারমাণবিক গুরুত্ব = 178·49, ঘনত্ব = 13·31 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 2222°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2500° থেকে 5100°C (মান রিপোর্ট করা হয়েছে)।

হাফনিয়াম অন্যতম বিরল মৌল। ভূত্বকে প্রায় $4·5 \times 10^{-4}$% আছে। 1922 খ্রীষ্টাব্দে ডি. কোস্টার(D. Coster) এবং জি. হেভেসি (G. Hevesy) মৌলটি আবিষ্কার করেন। কোপেনহেগেনের (Copenhagen) ল্যাটিন নাম হাফনিয়া (Hafnia) থেকে মৌলটির নাম হাফনিয়াম রাখেন। মোজলের স্থত্র (Mosley's law) অনুসারে এক্স-রে বর্ণালী পরীক্ষায় প্রথম ধরা পড়ে যে, 72 পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট মৌলটি অজ্ঞাত এবং এটি বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর মৌল নয়, কিন্তু জারকোনিয়াম শ্রেণীর মৌল। মৌলটি জারকোনিয়ামের সঙ্গে প্রকৃতিতে পাওয়া যাবে বলে সন্দেহ করা হয় এবং পরে কোস্টার ও হেভেসি জারকোনিয়াম খনিজের এক্স-রে বর্ণালী বিশ্লেষণ করে মৌলটির অস্তিত্বের হদিশ পান।

যে কোন জারকোনিয়াম খনিজে হাফনিয়াম পাওয়া যায়। যেমন অ্যালভাইট (Alvite), সিরটোলাইটে (Cyrtolite) হাফনিয়াম জারকোনিয়ামের সমান বা বেশী আছে। বাণিজ্যিক জারকনে এবং কিছু কিছু জায়গার সমুদ্রের বালিতে হাফনিয়াম পাওয়া যায়।

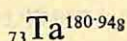
হাফনিয়ামকে জারকোনিয়াম থেকে আলাদা করা খুবই কঠিন কাজ। হাফনিয়াম ও জারকোনিয়ামের পটাশিয়াম হেক্সাফ্লোরাইডকে আংশিক কেলাসনে আলাদা করা হয় এবং পটাশিয়াম হাফনিয়াম হেক্সাফ্লোরাইডকে সোডিয়াম দিয়ে বিজারিত করে ধাতব হাফনিয়াম পাওয়া যায়।

হাফনিয়াম রূপার মতন উজ্জল ধাতু। হাফনিয়ামের রাসায়নিক ধর্ম জারকোনিয়াম ও থোরিয়ামের মধ্যবর্তী। জারকোনিয়ামের আবিষ্কারের 134 বছর পর হাফনিয়াম আবিষ্কৃত হয়। জারকোনিয়ামের সঙ্গে হাফনিয়ামের রাসায়নিক ধর্মের এত মিল যে, হাফনিয়ামকে জারকোনিয়াম থেকে

আলাদা করার প্রয়োজন দেখা দেয়নি, কেবল মাত্র নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করা ছাড়া। প্রকৃতিতে হ্যাফনিয়ামের অনেকগুলি স্থায়ী সমস্থানিক পাওয়া যায়। হ্যাফনিয়াম ও জারকোনিয়ামের যৌগগুলির দ্রাব্যতা ও গলনাঙ্ক খুব কাছাকাছি।

নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার কণ্ট্রোল রড প্রস্তুত ছাড়া হ্যাফনিয়ামের তেমন কোন ব্যবহার নেই।

ট্যাণ্টালাম (TANTALUM)

$_{73}Ta^{180 \cdot 948}$

চিহ্ন = Ta, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 73, পারমাণবিক গুরুত্ব = 180·948, ঘনত্ব = 16·69 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 2950°C, স্ফুটনাঙ্ক = (5429 ± 100)°C।

ট্যাণ্টালাম কথাটা গ্রীক উপকথা ট্যাণ্টালাস থেকে এসেছে। কারণ ধাতুটি প্রস্তুত করা বেশ কষ্টসাধ্য। 1802 খ্রীষ্টাব্দে এ. জি. এ. কেবার্জ (A. G. Ekeberg) প্রথম আবিষ্কার করেন। মৌলটিকে মুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। মৌলটির প্রধান খনিজ হলো ট্যাণ্টানাইট বা কলম্বাইট। নিওবিয়ামের খনিজে ট্যাণ্টালাম পাওয়া যায়। এবং নিওবিয়ামের সঙ্গে ট্যাণ্টালামের প্রচুর মিল থাকায় নিওবিয়াম থেকে ট্যাণ্টালামকে আলাদা করা বেশ শক্ত।

পটাশিয়াম ফ্লোরোট্যাণ্টালেট্‌কে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে বা ট্যাণ্টালাম অক্সাইডকে কার্বন দিয়ে বিজারিত করে ট্যাণ্টালাম প্রস্তুত করা হয়। ভূত্বকে প্রায় $2 \times 10^{-4}\%$ ট্যাণ্টালাম আছে।

ট্যাণ্টালাম সন্ধিগত মৌল। ট্যাণ্টালাম ভারী, প্ল্যাটিনামের ন্যায় ধূসর ও উজ্জ্বল ধাতু। ট্যাণ্টালাম কঠিন, কিন্তু খুবই প্রসার্যশীল। সেইজন্যে ট্যাণ্টালামকে সরু তার বা পাতে পরিণত করা যায় এবং রড বা পাত হিসেবে

বিক্রি করা হয়। হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড ব্যতীত ট্যাণ্টালামের ওপর অন্য কোন একক অ্যাসিডের বিক্রিয়া নেই। ট্যাণ্টালামের ওপর উচ্চতাপে অধিকাংশ বিকারকের কোন ক্রিয়া নেই। ট্যাণ্টালাম ধাতুকে কেলাসিত করা যায়। উত্তপ্ত অবস্থায় ট্যাণ্টালাম হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন শোষণ করতে পারে। এতে ধাতুটি কঠিন ও ভঙ্গুর হয়ে পড়ে। 4·4°K-এ ট্যাণ্টালাম বিদ্যুতের অতিপরিবাহী হয়।

ট্যাণ্টালাম তাপপরিবহণ (heat transfer) যন্ত্রপাতি, বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি (যেমন ক্যাপাসিটরে ইন্সুলেটর হিসেবে, রেক্টিফায়ার হিসেবে, যা A.C.-কে D. C. করতে পারে) প্রস্তুতিতে, শল্যচিকিৎসায় ও দন্ত চিকিৎসায়, নিব প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। আগে বৈদ্যুতিক বাতির ফিলামেণ্ট প্রস্তুতিতে ট্যাণ্টালাম ব্যবহার করা হতো, যা টাংস্টেন দিয়ে সম্পূর্ণ অপসারিত হয়েছে। এর রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তার জন্যে অনেক সময় প্ল্যাটিনামের পরিবর্ত ধাতু হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

টাংস্টেন (TUNGSTEN)

$_{74}W^{183 \cdot 86}$

চিহ্ন = W, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 74, পারমাণবিক গুরুত্ব = 183·86, ঘনত্ব = 19·3 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 3410°C, স্ফুটনাঙ্ক = 5530°C।

টাংস্টেনকে উলফ্রেমিয়াম বলা হয় এবং যার থেকে এর চিহ্নটা নেওয়া হয়েছে। ভূত্বকে প্রায় 0·001% টাংস্টেন আছে। 1783 খ্রীষ্টাব্দে শীলে, জে. জে. এবং ডন. এফ. ডি. ইলহুয়ার (J. J. and Don. F. de Elhuyar) নামে দুই স্পেনীয় ভাইয়ের সহযোগিতায় টাংস্টেন আবিষ্কার করেন। মৌল হিসেবে টাংস্টেনকে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। মৌলটির প্রধান খনিজ হলো উলফ্রেমাইট (Wolframite), শীলাইট (Scheelite), টাংস্টাইট (Tungstite) ইত্যাদি। টাংস্টেন কথাটা ড্যানিশ শব্দ tung sten মানে heavy

stone থেকে এসেছে। চীন, ব্রহ্মদেশ, কোরিয়া, দক্ষিণ আমেরিকা, পর্তুগাল এবং আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে টাংস্টেন পাওয়া যায়।

বিশুদ্ধ টাংস্টেন ট্রাইঅক্সাইডকে 1000°C-এ হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করলে টাংস্টেন ধাতু গুড়ো অবস্থায় পাওয়া যায়। একে বায়ুশূন্য স্থানে পাতিত করলে অবিশুদ্ধ টাংস্টেন ট্রাইঅক্সাইড বাষ্পাকারে বের হয়ে যায়।

গলিত টাংস্টেন রূপার মতন সাদা, উজ্জল ধাতু। যে কোন ধাতুর, মধ্যে টাংস্টেনের গলনাঙ্ক সবচেয়ে বেশী। মৌলটি সাধারণত নিষ্ক্রিয় অ্যাসিড, ক্ষার অম্লরাজ সহজে টাংস্টেনের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। টাংস্টেনের চরম পীড়ন (tensile strenght) অত্যন্ত বেশী। প্রকৃতিতে টাংস্টনের অনেকগুলি স্থায়ী সমস্থানিক পাওয়া যায়। সাধারণ তাপমাত্রায় টাংস্টেন স্থায়ী ও নিষ্ক্রিয়। টাংস্টেন অল্প পরিমাণে হাইড্রোজেনকে শোষণ করতে পারে।

বিশেষ ধরনের ইস্পাত প্রস্তুতিতে বেশীর ভাগ টাংস্টেন ব্যবহৃত হয়। টাংস্টেন ইস্পাত বা লোহার সংকর ধাতু অত্যন্ত কঠিন, স্থিতিস্থাপকতা (elasticity) এবং অত্যন্ত চরমপীড়নগুণ সম্বলিত পদার্থ। ক্রোমিয়াম টাংস্টেন সংকর ধাতু অত্যন্ত কঠিন ও একে ধাতু কাটার যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়। বিজলী বাতির ফিলামেণ্ট টাংস্টেন দিয়ে প্রস্তুত করা হয়। তাছাড়া বৈদ্যুতিক চুল্লীতে, এক্স-রে টিউবের টারগেট (target), ফোনো-গ্রামের পিনে টাংস্টেন বা এর সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। টাংস্টেন কার্বনের সংকর ধাতু কার্বালয় (carbaloy) অত্যন্ত কঠিন পদার্থ এবং যে কোন অবস্থায় ধাতু কাটার যন্ত্র প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। ম্যাগনেশিয়াম টাংস্টেন সংকর ধাতু ফ্লোরেসেণ্ট (fluorescent) বাতিতে ব্যবহার করা হয়।

রেনিয়াম (RHENIUM)

$_{75}Re^{186.22}$

চিহ্ন = Re, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 75, পারমাণবিক গুরুত্ব = 186·22, ঘনত্ব = 20·9 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 3150°C, স্ফুটনাঙ্ক = 5625°C।

ডব্লু. নোডাক (W. Noddack), আই. ট্যাকে (I. Tacke) এবং ও. বার্জ (O. Berg) 1925 খ্রীষ্টাব্দে রেনিয়াম আবিষ্কার করেন এবং জার্মানীর রাইন (Rhine) নদীর নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করেন। রেনিয়াম অত্যন্ত বিরল মৌল। ভূত্বকে মাত্র 1×10^{-7}% আছে। রেনিয়াম ম্যাঙ্গানীজ শ্রেণীর মৌল। এই শ্রেণীর অপর মৌল টেকনেসিয়াম (পাঃ ক্রঃ = 43) ও রেনিয়াম (পাঃ ক্রঃ = 75) মেণ্ডেলিফের পর্যায় সারণীতে যথাক্রমে একা-ম্যাঙ্গানীজ (eka-manganese) ও দ্বি-ম্যাঙ্গানীজ (dvi-manganese) নামে অভিহিত করা হতো, কারণ তখন মৌল দুটি অজ্ঞাত ছিল। নোডাক, ট্যাকে, বার্জ এই দুটি মৌলের ধর্ম সম্বন্ধে ভবিষ্যৎবাণী করেন এবং দুটি মৌল তাঁরাই আবিষ্কার করেন। এই দুটি মৌল উভয়েই অতি অল্প পরিমাণে যৌগ হিসেবে প্ল্যাটিনাম ধাতুর খনিজে, গ্যাডোলিনাইটে, স্পেরিয়াইট (Sperryite) নামে খনিজে পাওয়া যায়। সবচেয়ে বেশী রেনিয়াম আছে মালিবড়েনাম সালফাইডের খনিজে। রেনিয়ামের যে কোন যৌগকে হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করলে ধাতব রেনিয়াম পাওয়া যায়। এক্স-রে বর্ণালী বিশ্লেষণ দিয়ে রেনিয়াম আবিষ্কৃত হয়।

ধাতব রেনিয়াম দেখতে প্ল্যাটিনামের মতন। মৌলটি মোটামুটি নরম, টাংস্টেন ছাড়া যে কোন ধাতুর মধ্যে রেনিয়ামের গলনাঙ্ক সবচেয়ে বেশী। রেনিয়ামের ঘনত্ব ইরিডিয়াম, প্ল্যাটিনাম, অসমিয়ামের চেয়ে কম হলেও যে কোন অন্য মৌলের থেকে বেশী। 500°C পর্যন্ত বাতাসে রেনিয়ামের কিছু হয় না। রেনিয়াম সন্ধিগত মৌল।

রেনিয়ামের সংকর ধাতু নিব প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। অল্প পরিমাণে রেনিয়াম প্ল্যাটিনাম সংকর ধাতুতে থাকলে তা অত্যন্ত কঠিন ও ক্ষয়রোধক

হয়। এই সংকর ধাতুটি যন্ত্রাংশ প্রস্তুতিতে ও ইলেক্ট্রোড প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া প্ল্যাটিনাম-রেনিয়াম থার্মোকাপলে রেনিয়াম ব্যবহার করা হয়।

অসমিয়াম (OSMIUM)

$_{76}Os^{190.2}$

চিহ্ন = Os, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 76, পারমাণবিক গুরুত্ব = 190·2, ঘনত্ব = 22·7 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 3045°C, স্ফুটনাঙ্ক = 5020°C।

অসমিয়াম শব্দটা গ্রীক শব্দ Osme মানে গন্ধ (Smell) থেকে এসেছে। কারণ উদ্বায়ী অসমিয়াম টেট্রাঅক্সাইডের একটি গন্ধ আছে। 1804 খ্রীষ্টাব্দে টেন্নান্ট (Tennant) অসমিয়ামকে আবিষ্কার করেন। প্রকৃতিতে অসমিয়াম খুব অল্প পাওয়া যায়। প্ল্যাটিনামের খনিজে অসমিয়াম ইরিডিয়ামের সঙ্গে সংকর হিসেবে পাওয়া যায়। একে অসমিরিডিয়াম সংকর ধাতু বলে। বিশুদ্ধ অসমিরিডিয়াম ক্যালিফোর্নিয়ায় পাওয়া যায়। অসমিয়াম যে বস্তুতে পাওয়া যায় তাকে বাতাসে ভস্মীকরণ করলে অসমিয়াম অসমিয়াম টেট্রা-অক্সাইডে পরিণত হয়, যাকে কার্বন মনোক্সাইড দিয়ে বিজারিত করলে অসমিয়াম পাওয়া যায়। অসমিয়াম টেট্রাঅক্সাইড জলের মতন যে কোন তাপমাত্রায় বাষ্পীভূত হয় এবং অত্যন্ত বিষাক্ত পদার্থ। এই টেট্রাঅক্সাইডকে শুকলে শারীরিক অসুস্থতা দেখা যায়, এমনকি এতে মানুষ অন্ধ হয়ে যেতে পারে। ভূত্বকে 1×10^{-7}% অসমিয়াম পাওয়া যায়।

অসমিয়াম প্ল্যাটিনাম শ্রেণীর মৌল, দেখতে ধূসর নীল বা অনিয়তাকার অবস্থায় নীলচে কালো। অসমিয়াম অনেকটা জিঙ্ক ধাতুর মতন দেখতে। অসমিয়ামের ওপর একটি নীলচে রং দেখা যায় যা আসলে অসমিয়ামের অক্সাইড। যত মৌল আছে তার মধ্যে অসমিয়ামের ঘনত্ব বা আপেক্ষিক গুরুত্ব (22·7) সবচেয়ে বেশী। অসমিয়াম কাচের থেকে বেশী কঠিন এবং এটি ভঙ্গুর পদার্থ। অসমিয়াম নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রাব্য। প্রকৃতিতে অস-

মিয়ামের অনেকগুলি স্থায়ী সমস্থানিক পাওয়া যায়। 0·71°K-এ অসমিয়াম বিদ্যুতের অতিপরিবাহী হয়। অনিয়তাকার অবস্থায় অসমিয়াম ভালো অনুঘটকের কাজ করে।

ইরিডিয়ামের সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে অসমিয়াম সবচেয়ে বেশী ব্যবহৃত হয়। আবার অনেক সময় প্ল্যাটিনাম, ইরিডিয়াম, রুথেনিয়াম, রোডিয়াম ইত্যাদির সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুতিতেও অসমিয়াম ব্যবহৃত হয়। অসমিয়ামের সংকর ধাতু কোনোগ্রামের পিন, পিভট (pivot), পেনের নিবের বল প্রস্তুতিতে খুব ব্যবহৃত হয়। অসমিয়াম টেট্রাঅক্সাইড জৈব যৌগের দ্বিবন্ধনকে হাইড্রক্সিলেশান (hydroxylation) করতে এবং কর্টিশন (cortisone) নামে জৈব যৌগ প্রস্তুতিতে এবং অণুবীক্ষণ যন্ত্রে টিসুগুলি দেখার জন্যে স্টেন (stain) করতে ব্যবহৃত হয়।

ইরিডিয়াম (IRIDIUM)

$_{77}Ir^{195 \cdot 2}$

চিহ্ন = Ir, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 77, পারমাণবিক গুরুত্ব = 192·2, ঘনত্ব = 22·55 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 2447°C, স্ফুটনাঙ্ক = 4500°C।

ইরিডিয়াম প্ল্যাটিনাম শ্রেণী মৌল। 1804 খ্রীষ্টাব্দে টেন্যান্ট (Tennant) মৌলটি আবিষ্কার করেন। ইরিডিয়ামের লবণের রামধনু (rainbow) বা iridescent colour থেকে ইরিডিয়াম নামটা এসেছে। ইরিডিয়াম মৌল হিসেবে প্ল্যাটিনাম এবং অসমিয়াম ধাতুর সঙ্গে সংকর অবস্থায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। কোন কোন স্থানের সোনায় এবং উল্কার পাথরে ইরিডিয়াম পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায় 1×10^{-7}% ইরিডিয়াম আছে।

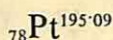
প্ল্যাটিনাম ধাতু প্রস্তুত কালে অসমিরিডিয়াম সংকরকে জিঙ্ক দিয়ে গলানো হয় এবং পরে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিয়ে ফোটালে অসমিরিডিয়াম মিহি

গুড়োয় পরিণত হয়। এই গুড়োকে জারক দ্রব্য মিশানো ক্ষার দিয়ে গলানো হয়। ঐ বস্তুতে অ্যাসিড যোগ করলে ইরিডিয়াম দ্রাব্য হয়। এই দ্রবণে অ্যামোনিয়াম যোগে ইরিডিয়ামের অ্যামোনিয়াম যৌগ প্রস্তুত করা হয় এবং এই অ্যামোনিয়াম যৌগকে হাইড্রোজেন দিয়ে বিজারিত করলে ইরিডিয়াম পাওয়া যায়।

ইরিডিয়াম রূপার মতন সাদা, অত্যন্ত কঠিন, ভঙ্গুর ও অপ্রসার্যশীল ধাতব পদার্থ। অত্যন্ত উত্তপ্ত অবস্থায় ইরিডিয়াম প্রসার্যশীল পদার্থ এবং উত্তপ্ত অবস্থায় একে সরু তারে বা পাতলা পাতে পরিণত করা যায়। ইরিডিয়ামের আপেক্ষিক গুরুত্ব (22·55) অসমিয়াম ছাড়া যে কোন মৌলের মধ্যে সবচেয়ে বেশী এবং গলনাঙ্ক প্ল্যাটিনাম ধাতুর মধ্যে দ্বিতীয়। ইরিডিয়ামকে পালিশ করা যায় এবং ফাইল (file) দিয়ে ঘষা যায়। প্রকৃতিতে Ir 191 ও Ir 193 দুটি সমস্থানিক পাওয়া যায়। সকল ধাতুর মধ্যে ইরিডিয়াম সবচেয়ে বেশী ক্ষয়রোধক। ইরিডিয়ামের ওপর অম্লরাজ সহ সকল অ্যাসিডের কোন ক্রিয়া নেই। লোহিততপ্ত অবস্থায় ইরিডিয়ামের সঙ্গে কেবলমাত্র ফ্লোরিন, ক্লোরিন বিক্রিয়া করে। প্ল্যাটিনাম ইরিডিয়াম সংকর ধাতু অত্যন্ত কঠিন ও ক্ষয়-রাধক।

উচ্চতাপে কাজ করার জন্যে ক্রুসিব্‌ল প্রস্তুতিতে এবং এয়ারক্রাফটের প্লাগ প্রস্তুতিতে বিশুদ্ধ ইরিডিয়াম ব্যবহার করা হয়। বিশুদ্ধ ইরিডিয়াম নিয়ে কাজ করা বেশ অসুবিধাজনক বলে প্ল্যাটিনাম ইরিডিয়াম সংকর ধাতু সাধারণত ব্যবহার করা হয় এবং বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি, শল্য চিকিৎসায় ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি, সঠিক ওজনের বাটখারা, সঠিক মাপের স্কেল ও রড, নিবের বল, পিভট ইত্যাদি প্রস্তুতিতে প্ল্যাটিনাম ইরিডিয়াম সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। ইরিডিয়াম ব্ল্যাক জৈব যৌগ সংশ্লেষণে ব্যবহার করা হয়।

প্ল্যাটিনাম (PLATINUM)

$_{78}Pt^{195\cdot09}$

চিহ্ন = Pt, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 78, পারমাণবিক গুরুত্ব = 195·09, ঘনত্ব = 21·46 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 1772°C, স্ফুটনাঙ্ক = 3800°C।

স্পেনীয় শব্দ Plate মানে রূপা থেকে প্ল্যাটিনাম কথাটা এসেছে। 1735 খ্রীষ্টাব্দে দক্ষিণ আমেরিকা থেকে ইউরোপে প্রথম প্ল্যাটিনাম আসে। মৌল হিসেবে প্ল্যাটিনাম অন্যান্য ধাতুর সঙ্গে বা সংকর ধাতু হিসেবে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। প্ল্যাটিনাম শ্রেণীর ধাতু প্ল্যাটিনাম, প্যালাডিয়াম, ইরিডিয়াম রোডিয়াম, অসমিয়াম, ও রুথেনিয়াম প্রকৃতিতে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। কানাডার নিকেল খনিজে প্ল্যাটিনাম শ্রেণীর ধাতু পাওয়া যায়। অনেক সময় লোহা, সীসা, রূপা, তামা এবং সোনার খনিজে প্ল্যাটিনাম পাওয়া যায়। ভূত্বকে 5×10^{-7}%Pt আছে।

প্ল্যাটিনামকে অ্যামোনিয়াম ক্লোরোপ্ল্যাটিনেট যৌগে পরিণত করে উত্তপ্ত করলে স্পঞ্জের মতন প্ল্যাটিনাম পাওয়া যায়। যাকে হাতুড়ির ঘা মেরে বা চাপ দিয়ে রড, তার বা পাতে পরিণত করা হয়।

প্ল্যাটিনাম টিনের মতন ধূসর সাদা, প্রসার্যশীল ধাতু এবং রূপার মতন কঠিন। উত্তাপেও প্লাটিনাম বেশ চকচকে থাকে। 450°C-এর ওপর উত্তপ্ত করলে প্ল্যাটিনামের ওজন হ্রাস পায়। কোন একক অ্যাসিডের প্ল্যাটিনামের ওপর ক্রিয়া নেই। অম্লরাজে প্ল্যাটিনাম দ্রাব্য। উচ্চতাপে প্ল্যাটিনামের ওপর হ্যালোজেন ও ক্ষারের বিক্রিয়া হয়। বায়ু, সালফার ডাই ও ট্রাই-অক্সাইড প্ল্যাটিনামের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, কার্বন মনো-অক্সাইড গ্যাসকে শোষণ করার ক্ষমতা স্পঞ্জের মতন প্ল্যাটিনামের আছে।

অধিক তাপে কাজ করার জন্যে পাত্র ও চুল্লী প্রস্তুতিতে, থার্মোকাপল, রেজিস্টেন্স থারমোমিটার, বৈদ্যুতিক সংযোগ, পয়েণ্ট, পিন, গহনা ও দাঁতের কাজের জন্যে প্ল্যাটিনাম ব্যবহার করা হয়, স্পিনিং মিলে রেয়নের খুব সরু সুতো প্রস্তুতের জন্যে প্ল্যাটিনাম নির্মিত নজল্‌স্ (nozzles) প্রস্তুতিতে, কাচের সৌখিন জিনিস প্রস্তুতিতে ও কাচের ওপর প্ল্যাটিনামের আস্তরণ দেওয়াতে

এবং সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে প্লাটিনাম ব্যবহার করা হয়। জৈব যৌগের সংশ্লেষণে ও গ্যাসোলিনের অক্টেন (octane) নম্বর বাড়ানোর জন্যে প্ল্যাটিনামের মিহি গুড়ো ব্যবহৃত হয়। প্ল্যাটিনাম নরম ও প্রসার্যশীল বলে প্ল্যাটিনামকে অন্যান্য ধাতুর সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুত করে প্ল্যাটিনামের শক্তি বাড়ানো হয়। অ্যামোনিয়া গ্যাসকে জারিত করে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে প্ল্যাটিনাম রোডিয়াম ধাতু সংকর ব্যবহার করা হয়। Pt/Rd ধাতু সংকর উচ্চ তাপমাত্রার পক্ষে অত্যন্ত উপযোগী এবং এই সংকর ধাতু ব্যবহারে মিথেন থেকে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা যায়। Pt/Rd সংকর ধাতু ফাইবার গ্লাস প্রস্তুতিতে এবং Pt/Ir সংকর ধাতু (শক্ত ও ক্ষয়রোধক) দিয়ে বৈদ্যুতিক সংযোগ, শল্য চিকিৎসায় ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও দাঁতের কাজে ব্যবহৃত হয়। সঠিক দৈর্ঘ্যের স্কেল প্রস্তুতিতে Pt/Ir সংকর ধাতু ব্যবহৃত হয়। আগে সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করতে প্ল্যাটিনাম অ্যাস্‌বেসটস ব্যবহার করা হতো।

সোনা বা স্বর্ণ (GOLD)

$_{79}Au^{196\cdot967}$

চিহ্ন = Au, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 79, পারমাণবিক গুরুত্ব 196·967, ঘনত্ব = 19 3 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 1064·43°C, স্ফুটনাঙ্ক = 2700°C।

ল্যাটিনে সোনাকে aurum বলে, যার থেকে চিহ্নটা নেওয়া হয়েছে। অতি প্রাচীনকাল থেকে মানুষ সোনা ব্যবহার করে আসছে। সোনা মৌল ও যৌগ হিসেবে প্রকৃতিতে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। পাথরের শিরে (rock vein) ও কোয়ার্জে সোনা মৌল হিসেবে আছে। এছাড়া অ্যালুভিয়াল সঞ্চয়ে (alluvial deposit) অনেক সময় সোনা তাল বা পিণ্ড (nugget) হিসেবে পাওয়া যায়। এতে 600 পাউণ্ডের সোনার তালও পাওয়া গেছে। মৌল বা মুক্ত সোনার সঙ্গে সবসময় রুপা থাকে। সোনার

খনিজের মধ্যে ক্যালাভেরাইট (Calaverite) এবং সিলভানাইট (Sylvanite) বিখ্যাত। ভূত্বকে প্রায় 5×10^{-7}% সোনা আছে এবং সমুদ্রজলে প্রতি দশ লক্ষ ভাগে 0.002 ভাগ সোনা আছে।

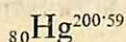
আগে যে পাথরে সোনা আছে তাকে গুড়ো করে জল দিয়ে নেড়ে চেড়ে বালিকে জলের সাহায্যে বার করে দেওয়া হয়। এতে সোনার ভারী সূক্ষ্ম গুড়ো তলায় জমা পড়ে। আজকাল সায়ানাইড পদ্ধতির সাহায্যে সোনা নিষ্কাশন করা হয়।

সোনা হলুদ রঙের উজ্জ্বল ও ভারী ধাতু। এর সুন্দর রঙ ও উজ্জ্বলতার জন্যে একে প্রাচীনকাল থেকে ধাতুর রাজা বলা হতো। সোনা নরম ও সমস্ত ধাতুর মধ্যে সবচেয়ে প্রসার্যশীল ধাতু। ফলে সোনাকে সহজেই 0.00001 mm সূক্ষ্ম পাতে পরিণত করা যায়। সোনা তাপ ও বিদ্যুতের সুপরিবাহী। তরল সোনা উদ্বায়ী পদার্থ। বিশুদ্ধ সোনা নরম বলে সাধারণত সোনার বদলে সোনার সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। সোনার সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে সাধারণত গলিত অবস্থায় তামা মেশানো হয়। সোনার বিশুদ্ধতা ক্যারেটে (carat) প্রকাশ করা হয়। 24 ভাগ সোনার সংকর ধাতুতে যত ভাগ বিশুদ্ধ সোনা থাকে সেই সোনাকে তত ক্যারেট সোনা বলে। 14 ক্যারেট সোনা মানে 24 ভাগ কোন অবিশুদ্ধ সোনায় 14 ভাগ বিশুদ্ধ সোনা আছে। 22 ক্যারেট সোনাকে গিনি সোনা বলে। গিনি সোনার প্রতি 24 ভাগে 22 ভাগ বিশুদ্ধ সোনা থাকে। সুতরাং বিশুদ্ধ বা পাকা সোনা 24 ক্যারেট হবে। 197 ভর সংখ্যা বিশিষ্ট সোনা 100% আছে প্রাকৃতিক সোনায়। সোনার কিছু তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক আছে যাদের কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা যায়। এই তেজস্ক্রিয় সমস্থানিকের $t_{\frac{1}{2}}$ 3.9 সেকেণ্ড থেকে 200 বছর পর্যন্ত হয়। রাসায়নিক দিক থেকে সোনা নিষ্ক্রিয় মৌলদের মধ্যে অন্যতম। বায়ুতে সোনা মলিন হয়ে পড়ে না বা দহন হয় না। ক্ষার বা যে কোন অ্যাসিডে (সেলেনিক অ্যাসিড ছাড়া) সোনা অদ্রাব্য, কিন্তু অম্লরাজে দ্রাব্য।

সোনা সোনার টাকা (গিনি) প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। তড়িৎলেপনে (electroplating), গোল্ডসল, প্রস্তুতিতে, গ্লাস বা পোর্সিলেনকে রং করার জন্য সোনা ব্যবহৃত হয়। তেজস্ক্রিয় সোনা চিকিৎসার কাজে ব্যবহৃত হয়।

সোনার সংকর ধাতু (গিনি এবং 14 ক্যারেট) আমাদের দেশে গহনা প্রস্তুতিতে প্রচুরপরিমাণে ব্যবহার করা হয়। আন্তর্জাতিক ব্যবসায় পণ্যের বদলে পণ্য বা সোনা দিয়ে করা হয়।

পারদ বা পারা (MERCURY)

$_{80}Hg^{200.59}$

চিহ্ন = Hg, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 80, পারমাণবিক গুরুত্ব = 200·59, ঘনত্ব = 13·595 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = $-38{\cdot}84$°C, স্ফুটনাঙ্ক = 356·95°C।

ল্যাটিনে পারদকে Hydrargyrum বলে এবং যার থেকে এর চিহ্ন Hg নেওয়া হয়েছে। ল্যাটিন শব্দ Mercurius থেকে মারকারী (mercury) শব্দটা এসেছে, যার অর্থ ভগবান এবং গ্রহ। পারদের প্রধান খনিজ হলো সিন্নাবার (Cinnabar), এ ছাড়া মেটা-সিন্নাবার ও মারকিউরাস ক্লোরাইডও আছে। ভূত্বকে পারদ 5×10^{-5}% পারদ আছে।

খ্রীষ্টের জন্মের অনেক আগে থেকে গ্রীক ও রোমানরা সিন্নাবার খনিজ থেকে পারদকে নিষ্কাশন করতে জানতেন। অ্যালকেমিস্টরা পারদ দিয়ে অনেক পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেছিলেন। ল্যাভয়সিয়ে একে প্রথম মৌল বলে সনাক্ত করেন, এবং জি. অ্যাগরিকোলা (G. Agricola) প্রথম একে ধাতু বলে সনাক্ত করেন। 600 খ্রীষ্টপূর্বাব্দে পারদকে সোনা নিষ্কাশনে ব্যবহার করা হতো বলে উল্লেখ আছে।

সিন্নাবার (সালফাইড) খনিজকে বায়ু বা লোহার সঙ্গে উত্তপ্ত করে পারদ নিষ্কাশন করা হয়।

সাধারণ তাপমাত্রায় পারদ রূপার ন্যায় সাদা উজ্জ্বল তরল ধাতু। সাধারণ তাপমাত্রায় পারদই একমাত্র তরল ধাতু। কঠিন পারদ সীসার ন্যায় নরম। পারদ ও এর যৌগগুলি সাধারণত বিষাক্ত। সাধারণ তাপমাত্রায় পারদ

মোটামুটি উদ্বায়ী এবং পারদের বাষ্প অত্যন্ত বিষাক্ত। সোনা, রূপা, সোডিয়াম, পটাশিয়াম ইত্যাদি ধাতু পারদের সঙ্গে সংকর ধাতু প্রস্তুত করে। পারদের সংকর ধাতুকে অ্যামালগাম বলে। বিশুদ্ধ পারদ কাচের গায়ে লাগে না। 4·15°K-এ পারদ বিদ্যুতের অতিপরিবাহী হয়। পারদের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়, যার মধ্যে আবার কতকগুলি সমস্থানিক আবার তেজস্ক্রিয় পদার্থ।

থার্মোমিটার, ব্যারোমিটার, ম্যানোমিটারে পারদকে ব্যবহার করা হয়। অতিবেগুনী (ultraviolet) রশ্মির জন্যে পারদপূর্ণ বাল্ব ব্যবহার করা হয়। সীল করার তরল (sealing liquid) হিসেবে, কস্টিক সোডা প্রস্তুতিতে, তড়িৎ বিশ্লেষণে, বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে সংযোগকারী তরল (liquid conduct) হিসেবে, সোনা, রূপা নিষ্কাশনে এবং ক্যালোমেল ইলেক্ট্রোডে পারদ ব্যবহার করা হয়। এছাড়া অ্যামালগাম প্রস্তুতিতে পারদ ব্যবহার করা হয়। এই অ্যামালগাম জৈব রসায়নে বিজারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। পারদের লবণগুলি জৈব যৌগ সংশ্লেষণে এবং ওষুধে ব্যবহৃত হয়।

থ্যালিয়াম (THALLIUM)

$_{81}Tl^{204\cdot39}$

চিহ্ন = Tl, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 81, পারমাণবিক গুরুত্ব = 204·39, ঘনত্ব = 11·83 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 302·5°C, স্ফুটনাঙ্ক = 1467°C।

1861 খ্রীষ্টাব্দে ক্রুক্স (Crookes) লেড চেম্বার থেকে পাওয়া কাদার (lead chamber mud) বর্ণালী বিশ্লেষণ করে প্রথম এই মৌলটি আবিষ্কার করেন। এই মৌলটির বর্ণালীর একটা নিজস্ব সবুজ রং দেখতে পাওয়া যায়। যার থেকে এই মৌলটির নামকরণ করা হয় থ্যালিয়াম। থ্যালিয়াম শব্দটা ল্যাটিন শব্দ thallus মানে সবুজ ডাল (green twig) থেকে

এসেছে। কিন্তু 1862 খ্রীষ্টাব্দে এ. লামি (A. Lamy) প্রথম থ্যালিয়াম প্রস্তুত করেন।

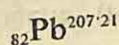
লোহা, তামা, জিঙ্কের সালফাইড এবং সেলেনাইড যৌগে থ্যালিয়াম পাওয়া যায়। থ্যালিয়ামের তেমন কোন খনিজ নেই। লেড চেম্বার থেকে পাওয়া কাদা (সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতকালে) এবং ফ্লু ডাস্ট থেকে থ্যালিয়াম প্রস্তুত করা হয়। থ্যালিয়াম এমন একটি মৌল যা অল্প মাত্রায় পৃথিবীতে নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। ভূত্বকে প্রায় $3 \times 10^{-5}\%$ থ্যালিয়াম আছে।

সালফাইড সেলেনাইডে তাপজারণে প্রাপ্ত ফ্লু ডাস্টকে সালফেটে পরিণত করা হয় এবং সালফেটের জলীয় দ্রবণকে তড়িৎ বিজারণে (electrolytic reduction) থ্যালিয়াম প্রস্তুত করা হয়।

সদ্যকাটা থ্যালিয়াম ধাতু সাদা রঙের উজ্জ্বল ধাতু। ধাতুটি সীসার থেকে নরম এবং এর টানজাত (tensile) শক্তি কম। 2·38°K-এ থ্যালিয়াম বিদ্যুতের অতি পরিবাহী হয়। থ্যালিয়ামের লবণগুলি রঙ্গিন ও বিষাক্ত হয়।

থ্যালিয়ামের তেমন কোন ব্যবহার নেই। একবর্ণী (monochromatic) রশ্মি প্রস্তুতিতে, ফটো ইলেকট্রিক সেল এবং ইঁদুর মারার বিষ প্রস্তুতিতে থ্যালিয়ামের লবণ সাধারণত ব্যবহৃত হয়।

সীসে বা সীসা (LEAD)

$_{82}Pb^{207\cdot21}$

চিহ্ন = Pb, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 82, পারমাণবিক গুরুত্ব = 207·21, ঘনত্ব = 11·34 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 327·4°C, স্ফুটনাঙ্ক = 1750°C।

ল্যাটিনে সীসাকে Plumbum বলে, যার থেকে এর চিহ্নটা নেওয়া

হয়েছে। প্রাচীনকাল থেকে মানুষ যে সব ধাতুর ব্যবহার ও নিষ্কাশন জানত সীসা তাদের মধ্যে অন্যতম। প্রাচীনকাল থেকে মিশরীয়রা, গ্রীকেরা, রোমানরা সীসা ও সীসার যৌগ যেমন, মিনিয়াম, লিথার্জ, হোয়াইট লেড ইত্যাদি প্রস্তুত ও ব্যবহার করতে জানত।

সীসার সবচেয়ে প্রয়োজনীয় খনিজ হলো লেড গ্লান্স বা গেলেনা (Gelana) যা পৃথিবীর নানান জায়গায় পাওয়া যায়। তাছাড়া সীসার অন্যান্য খনিজ হলো সেরুসাইট (Cerusite), অ্যাঙলিসাইট (Anglisite) ইত্যাদি। ভূত্বকে প্রায় 0·0018% সীসা আছে।

লেড গ্লান্সকে বাতাসে ভস্মীকরণ করে সীসা প্রস্তুত করা হয়। সীসা নীলাভ সাদা রঙের ভারী ধাতু। ভারী ধাতুর মধ্যে সীসাই হলো সবচেয়ে নরম। সদ্যকাটা সীসা খুব উজ্জ্বল, কিন্তু বাতাসে রাখলে তাড়াতাড়ি মলিন হয়ে পড়ে। সীসাকে ছুরি দিয়ে কাটা যায়। সীসা প্রসার্যশীল ধাতু বলে একে পাতলা পাতে পরিণত করা যায়, কিন্তু এর টানজাত (tensile) শক্তি কম বলে এর থেকে সাধারণত তার প্রস্তুত করা হয় না। সীসার তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহিতা রূপার $\frac{1}{12}$ অংশ মাত্র। সীসার সূক্ষ্ম গুড়োয় আগুন লেগে যায়। সীসা অন্যান্য ধাতুর সঙ্গে সহজে সংকর ধাতু প্রস্তুত করে।

সীসা পাইপ প্রস্তুতিতে, তার (cable) মুড়তে এবং লেড চেম্বারে প্রয়োজন হয়। চায়ের বাক্সে চাকে জলীয় বাতাসের হাত থেকে রক্ষা করতে পাতলা সীসার পাত ব্যবহার করা হয়। স্টোরেজ ব্যাটারীতে সীসার পাত ব্যবহার করা হয়। তাছাড়াও অত্যন্ত প্রয়োজনীয় সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে প্রচুর পরিমাণে সীসা ব্যবহার করা হয়। সংকর ধাতুর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো টাইপ মেটাল, গানসট (gunshot), ব্যাব্‌বিট (babbit), রাংঝাল (solder) ইত্যাদি। সীসার যৌগ রঞ্জন শিল্পে অত্যন্ত বেশী ব্যবহৃত হয়। এদের মধ্যে হোয়াইট লেড, রেড লেড, লেড ক্রোমেট বিখ্যাত। সীসার যৌগ ফ্লিন্ট (flint) কাচ প্রস্তুতিতে ও এনামেল শিল্পে ব্যবহৃত হয়। টেট্রাইথাইল লেড ও সোডিয়াম প্লামবাইট গ্যাসোলিনের বিশেষ কাজের জন্যে ব্যবহৃত হয়। সীসা ও সীসার যৌগগুলি বিষাক্ত পদার্থ।

বিসমাথ (BISMUTH)

$_{83}Bi^{208\cdot98}$

চিহ্ন=Bi, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক=83, পারমাণবিক গুরুত্ব=208·98, ঘনত্ব=9·8 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক=271°C, স্ফুটনাঙ্ক=1630°C।

জার্মান শব্দ Weisse Masse মানে সাদা বস্তু থেকে বিসমাথ কথাটা এসেছে। পঞ্চদশ শতাব্দীতে অ্যালকেমিস্ট বেসিল ভ্যালেন্টাইন (Basil Valantine) প্রথম বিসমাথকে টিনের মতন ধাতু বলেন। প্রাচীনকালে বিসমাথ টিন ও সীসার সঙ্গে গণ্ডগোল হয়ে যেতো। পট (Pott) ও বার্জম্যান (Bergmann) প্রথম নিখুঁতভাবে বিসমাথের ধাতব ধর্ম নিরূপণ করেন।

বিসমাথ প্রকৃতিতে মৌল ও যৌগ উভয় অবস্থায় পাওয়া যায়। মৌল বা মুক্ত বিসমাথ এককভাবে বা অন্য ধাতু, যেমন টিন, সোনা, রূপার সঙ্গে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। যৌগ অবস্থায় বিসমাথ বিসমাথ গ্লান্সে এবং বিসমাথ ওচেরে (ocher) পাওয়া যায়। ভূত্বকে প্রায় 2×10^{-5}% বিসমাথ আছে।

বিসমাথ গ্লান্সকে লোহা দিয়ে বিজারিত করে বা বিসমাথ অক্সাইডকে কার্বন দিয়ে বিজারিত করে ধাতব বিসমাথ প্রস্তুত করা হয়।

বিসমাথ টিনের মতন সাদা উজ্জ্বল ও ভঙ্গুর ধাতু। বিসমাথ কেলাসাকার ধাতু, যাকে সহজে ভেঙ্গে গুড়ো করা যায়। সকল ধাতুর মধ্যে বিসমাথের তাপ পরিবাহিতা সবচেয়ে কম এবং ডায়াম্যাগনেটিক (dia-magnetic) ধর্ম সবচেয়ে বেশী। তরল বিসমাথ কঠিন অবস্থায় আসলে বিসমাথের আয়তন বৃদ্ধি পায়। সাধারণ তাপমাত্রায় বিসমাথ বাতাসে স্থায়ী। আর্দ্র বায়ুতে বিসমাথ জারিত হয়। বিসমাথ নাইট্রিক অ্যাসিডে এবং ঘন উত্তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রাব্য। অক্সিজেন ছাড়া বিসমাথ জলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না।

কম গলনাঙ্কের ধাতু সংকর প্রস্তুতিতে, বিশেষ ধরনের রাংঝাল প্রস্তুতিতে, সেকটি প্লাগ প্রস্তুতিতে বিসমাথ ব্যবহৃত হয়। টাইপ মেটাল ও বিশেষ ধরনের ইস্পাত প্রস্তুতিতে বিসমাথ সংকর ব্যবহার করা হয়। বিসমাথের যৌগ

ডাইরিয়া, ঘায়ে ও সিফিলিস রোগে ওষুধ হিসেবে ব্যবহার করা হয়। উচ্চ প্রতিসরাঙ্কের (refractive index) কাঁচ প্রস্তুতিতে বিসমাথ অক্সাইড লেড অক্সাইডের সঙ্গে ব্যবহার করা হয়। সিরামিক শিল্পেও বিসমাথ অক্সাইড ব্যবহার করা হয়। তাপবিদ্যুৎ (thermo electric) শীতলীকরণে এবং নিম্ন তাপমাত্রার জন্যে বিসমাথ টেলুরাইড অত্যন্ত উপযোগী বস্তু।

পোলোনিয়াম (POLONIUM)

$_{84}Po^{210}$

চিহ্ন = Po, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 84, পারমাণবিক গুরুত্ব = 210 (প্রকৃতিতে প্রাপ্ত), ঘনত্ব = 9·2 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 254°C, স্ফুটনাঙ্ক = 962°C।

পিয়ের কুরী (Pierre Curie) ও মেরী কুরী (Marie Curie) 1898 খ্রীষ্টাব্দে পিচব্লেণ্ড থেকে পোলোনিয়াম আবিষ্কার করেন এবং মেরী কুরী মাতৃভূমি পোল্যাণ্ডের নামানুসারে মৌলটির নাম দেন পোলোনিয়াম। পোলোনিয়ামকে অনেক সময় রেডিয়াম F বলা হয়। মেণ্ডেলিফের সময় পোলোনিয়াম অজ্ঞাত ছিল এবং তাঁর পর্যায় সারণীতে পোলোনিয়ামের স্থানটি শূন্য ছিল। তখন মৌলটির নাম ছিল দ্বি-টেলুরিয়াম (dwi-tellurium)

প্রতি টন পিচব্লেণ্ডে মাত্র 0·1 মিলিগ্রাম পোলোনিয়াম থাকে। ভূত্বকেও পোলোনিয়াম অত্যন্ত কম আছে, মাত্র $3 \times 10^{-14}\%$। রেডিয়াম D-ই পোলোনিয়ামের সবচেয়ে ভালো প্রাকৃতিক উৎস। পোলোনিয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক আছে এবং প্রত্যেক সমস্থানিকই তেজস্ক্রিয় মৌল। 208, 209 এবং 210 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট তিনটি সমস্থানিক ছাড়া অন্যগুলি অর্ধজীবনকাল ($t_{\frac{1}{2}}$) অত্যন্ত কম। Po 208, Po 209 ও Po 210-এর $t_{\frac{1}{2}}$ যথাক্রমে 2·9 বছর, 100 বছর ও 138·4 দিন মাত্র। পোলোনিয়াম 210-কে কেবলমাত্র প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। বিসমাথকে ডয়টেরন দিয়ে আঘাত

করে পোলোনিয়াম 208, 209 ও 210 সমস্থানিকগুলি প্রস্তুত করা হয়। বিসমাথ থেকে পোলোনিয়ামকে আলাদা করতে হলে পোলোনিয়ামকে অন্য ধাতু যেমন, রূপার ওপর সঞ্চিত করা হয় এবং পরে ঐ ধাতুকে অনুপ্রেষ পাতন (vacuum distillation) করে পোলোনিয়ামকে আলাদা করা হয়।

পোলোনিয়াম নরম ধাতু এবং এর ভৌতধর্ম থ্যালিয়াম, সীসা এবং বিসমাথের মতন। পোলোনিয়ামের ধাতব ধর্ম টেলুরিয়ামের চেয়ে বেশী। পোলোনিয়ামের দুটি বহুরূপ হয়—α-পোলোনিয়াম এবং β-পোলোনিয়াম। পোলোনিয়ামের তেজস্ক্রিয়তা রেডিয়ামের চেয়ে অনেক বেশী। পোলোনিয়াম অনেক যৌগ দেয়।

Po 210-কে নিউট্রনের উৎস হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এই কাজে পোলোনিয়ামকে বেরিলিয়ামের সঙ্গে সংকর করে ব্যবহার করা হয়।

অ্যাস্টাটিন (ASTATINE)

$_{85}At^{210}$

চিহ্ন = At, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 85, পারমাণবিক গুরুত্ব = 210 (সবচেয়ে স্থায়ী সমস্থানিক), গলনাঙ্ক = (302°C), স্ফুটনাঙ্ক = (377°C)।

অ্যাস্টাটিন প্রকৃতিতে অতি অল্প পরিমাণে পাওয়া যায়। অ্যাস্টাটিন ভূত্বকে এক আউন্সেরও কম আছে। এটি হ্যালোজেন শ্রেণীর মৌল এবং তেজস্ক্রিয় মৌল। অ্যাস্টাটিনকে যদিও প্রকৃতিতে পাওয়া যায়, কিন্তু প্রথমে কৃত্রিম উপায়ে অ্যাস্টাটিন প্রস্তুত করা হয়। 1940 খ্রীষ্টাব্দে করসন (Corson), ম্যাকেঞ্জি (Mackenzie) এবং সেগরে (Segre) α-কণা দিয়ে বিসমাথকে আঘাত করে অ্যাস্টাটিন 211-কে আবিষ্কার করেন এবং গ্রীক শব্দ Astatos থেকে এর নামকরণ করেন। Astatos-এর অর্থ হলো ক্ষণস্থায়ী (unstable)। At 211-এর অর্ধজীবনকাল মাত্র 7 ঘণ্টা 12 মিনিট।

মেণ্ডেলিফের সময় মৌলটি অজানা ছিল। তখন পর্যায় সারণীতে এর স্থান শূন্য ছিল এবং তখন এর নাম ছিল একা-আয়োডিন (Eka-iodine)।

ট্রেসার টেকনিক (tracer technique) দিয়ে মৌলটি আহরণ এবং ধর্মের পরীক্ষা করা হয়। মৌল অ্যাস্টাটিন আয়োডিনের চেয়ে কম উদ্বায়ী। ধাতব অ্যাস্টাটিনের রূপার ওপর একটা বিশেষ আসক্তি আছে। আয়োডিনের মতন অ্যাস্টাটিনও জীবজন্তুর থাইরয়েড গ্রন্থিতে জমা হয়। অন্যান্য হ্যালোজেনের মধ্যে অ্যাস্টাটিনই সবচেয়ে বেশী ঋণাত্মক। অ্যাস্টাটিনের প্রায় 19টি সমস্থানিক আছে। যার প্রত্যেকটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। সবচেয়ে স্থায়ী সমস্থানিক হলো At 210।

র‍্যাডন (RADON)

$_{86}Rn^{222}$

চিহ্ন = Rn, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 86, পারমাণবিক গুরুত্ব = 222, ঘনত্ব = 9·96 গ্রাম/লিটার (প্রমাণ চাপ ও তাপে), গলনাঙ্ক = – 71°C, স্ফুটনাঙ্ক = –65°C।

র‍্যাডনকে অনেক সময় নিটন (niton) বা রেডিয়াম প্রসর্গ (radium emanation) বলে। রেডিয়ামের তেজস্ক্রিয় রশ্মি বিকিরণের ফলে র‍্যাডন গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং রেডিয়াম থেকে এর নামকরণ করা হয়েছে র‍্যাডন। ল্যাটিন শব্দ Niteus থেকে নিটন কথা এসেছে, যার অর্থ shining। রেডি-য়ামের মতন র‍্যাডনও তেজস্ক্রিয় মৌল।

ইউরেনিয়াম 238-এর তেজস্ক্রিয়তার ফলে রেডিয়াম উৎপন্ন হয় এবং রেডিয়াম থেকে ∝-কণা বিচ্যুতির ফলে র‍্যাডন উৎপন্ন হয়। তাই ইউরেনিয়াম রেডিয়ামের সঙ্গে র‍্যাডন গ্যাসও পাওয়া যায় ইউরেনিয়াম 238, থোরিয়াম 236 এবং অ্যাক্টিনিয়াম 234 ∝-কণা বিকিরণের ফলে যথাক্রমে র‍্যাডন 222,

থোরন 220, অ্যাক্টিনন 219 পাওয়া যায়। থোরন ও অ্যাক্টিনন র‍্যাডনের সমস্থানিক। র‍্যাডন, থোরন ও অ্যাক্টিননের অর্ধজীবনকাল যথাক্রমে 3·81 দিন, 54·5 সেকেণ্ড এবং 3·92 সেকেণ্ড।

1900 খ্রীষ্টাব্দে এফ. ই. ডর্ন (F. E. Dorn) রেডিয়াম প্রস্তুতকালে র‍্যাডন আবিষ্কার করেন, 1899 খ্রীষ্টাব্দে আর. বি. ওয়েন্স (R. B. Owens) এবং ই. রাদারফোর্ড (E. Rutherford) থোরন এবং 1902 খ্রীষ্টাব্দে এফ. ও. গাইসেল (F. O. Giesel) অ্যাক্টিনন আবিষ্কার করেন। র‍্যাডন যে খনিজে উৎপন্ন হয় তা সেই খনিজেই আটকে থাকে। র‍্যাডন অত্যন্ত বিরল মৌল। ভূত্বকে মাত্র $6 \times 10^{-14}\%$ আছে। পৃথিবীর অভ্যন্তরের ও নদীর জলে র‍্যাডনের অস্তিত্ব মেলে।

র‍্যাডনের ধর্ম অন্যান্য নিষ্ক্রিয় মৌলের ন্যায়, তবে এ তেজস্ক্রিয় মৌল। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার সাহায্যে র‍্যাডনের প্রায় 22টি সমস্থানিক প্রস্তুত করা সম্ভব হয়েছে। র‍্যাডনের বর্ণালী অন্যান্য নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ন্যায়। কাঠ কয়লা, সিলিকাজেল সহজেই র‍্যাডনকে শোষণ করতে পারে। কাঠ কয়লায় শোষিত র‍্যাডন সহজেই উত্তপ্ত করে বার করে নেওয়া যায়। র‍্যাডন উদ্বায়ী এবং এর $t_{\frac{1}{2}}$ কম বলে সহজে অন্যান্য তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে আলাদা করা যায়। র‍্যাডনের তেজস্ক্রিয়তার দরুন শেষ অতেজস্ক্রিয় পদার্থ সীসা উৎপন্ন হয়।

র‍্যাডনের তেজস্ক্রিয়তার দরুন এর থেকে α, β, γ রশ্মি বেড়িয়ে গিয়ে অনেক তেজস্ক্রিয় মৌল সৃষ্টি করে যাদের রেডিওগ্রাফীতে ব্যবহার করা হয়। রেডিয়াম থেকে উৎপন্ন র‍্যাডনকে বিশুদ্ধ করে নিয়ে ধাতব বা গ্লাস টিউবে ভর্তি করে সীল করা হয়। এই টিউবকে নিডিল বলে, যা ক্যানসার রোগের চিকিৎসায় ব্যবহার করা হয়। র‍্যাডনের সঙ্গে বেরিলিয়াম রাখলে একে নিউট্রনের উৎস হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

ফ্রান্সিয়াম (FRANCIUM)

$_{87}Fr^{223}$

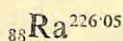
চিহ্ন = Fr, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 87, পারমাণবিক গুরুত্ব = 223 (সবচেয়ে স্থায়ী সমস্থানিক), গলনাঙ্ক = (27°C), স্ফুটনাঙ্ক = (677°C)।

অত্যন্ত বিরল মৌল। ভূত্বকে মাত্র 7×10^{-23}% আছে। ক্ষারীয় ধাতুর মধ্যে সবচেয়ে বেশী আপেক্ষিক গুরুত্ব সম্পন্ন এবং পর্যায় সারণীর প্রথম 101টি মৌলের মধ্যে সবচেয়ে ক্ষণস্থায়ী।

1939 খ্রীষ্টাব্দে কুরী ইনস্টিটিউটে মারগুইরাইট (Marguerite) প্রথম মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং ফ্রান্সের নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করেন ফ্রান্সিয়াম। প্রথমে মৌলটিকে অ্যাক্টিনিয়াম K (Actinium K) বলা হতো, যার ভর সংখ্যা হলো 223। Fr 223 ফ্রান্সিয়ামের প্রধান সমস্থানিক, যা অ্যাক্টিনিয়াম থেকে উৎপন্ন হয়। ফলে ফ্রান্সিয়ামকে ইউরেনিয়াম 235-এর খনিজে পাওয়া যায়।

ফ্রান্সিয়ামের অন্যান্য সমস্থানিকগুলিকে কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা হয়। থোরিয়ামকে অধিক শক্তিসম্পন্ন হিলিয়াম আয়ন দিয়ে আঘাত করে কৃত্রিমউপায়ে ফ্রান্সিয়ামের সমস্থানিক প্রস্তুত করা হয়। ফ্রান্সিয়ামের সকল সমস্থানিক তেজস্ক্রিয় পদার্থ এবং সবচেয়ে বেশী অর্ধজীবনকাল মাত্র 21 মিনিট। ফ্রান্সিয়ামের দীর্ঘ অর্ধজীবনকাল সম্পন্ন সমস্থানিক প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, আবার কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুতও করা যায় না। ফ্রান্সিয়ামের রাসায়নিক ধর্ম ক্ষারীয় ধাতুর মতন। যেমন কয়েকটি ছাড়া সমস্ত ফ্রান্সিয়ামের লবণগুলি জলে দ্রাব্য।

রেডিয়াম (RADIUM)

$_{88}Ra^{226 \cdot 05}$

চিহ্ন = Ra, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 88, পারমাণবিক গুরুত্ব = 226·05, ঘনত্ব = 6 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 700°C, স্ফুটনাঙ্ক = 1140°C।

ল্যাটিন কথা Radius মানে রশ্মি থেকে রেডিয়াম কথাটা এসেছে। 1898 খ্রীষ্টাব্দে পি. কুরী এবং তার সহধর্মিনী মেরী কুরী রেডিয়াম আবিষ্কার করেন। কিন্তু ধাতব রেডিয়াম 1910 খ্রীষ্টাব্দের আগে প্রস্তুত করা সম্ভব হয়নি। প্রতি 30 লক্ষ ভাগ ইউরেনিয়াম 238-এ মাত্র একভাগ রেডিয়াম পাওয়া যায়। পিচব্লেণ্ডেই সবচেয়ে বেশী রেডিয়াম পাওয়া যায়। এছাড়া কার্নোটাইটেও রেডিয়াম পাওয়া যায়। প্রকৃতিতে রেডিয়ামের চারটি সমস্থানিক পাওয়া যায়, যাদের মধ্যে Ra 226 সবচেয়ে বেশী পাওয়া যায়। রেডিয়াম খুবই বিরল মৌল, ভূত্বকে মাত্র $1{\cdot}3 \times 10^{-10}\%$ রেডিয়াম আছে। কৃত্রিম উপায়ে রেডিয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রস্তুত করা যায়।

পিচব্লেণ্ডে অবস্থিত রেডিয়ামকে বেরিয়ামের সঙ্গে সালফেট হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। এই সালফেটকে কার্বনেটে এবং পরে ব্রোমাইডে পরিণত করা হয়। রেডিয়াম ব্রোমাইডকে আংশিক কেলাসনে বিশুদ্ধ করা হয়।

পারদ ক্যাথোড ব্যবহার করে রেডিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হয়। এতে রেডিয়াম পারদ সংকর প্রস্তুত করা হয়। অবশেষে এই সংকর ধাতুকে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেনের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করে রেডিয়ামকে আলাদা করা হয়।

সদ্যকাটা রেডিয়াম ধাতু সাদা এবং এর ধাতব ঔজ্জ্বল্য আছে। ধাতব রেডিয়াম খুবই সক্রিয় এবং বাতাসে ফেলে রাখলে কালো হয়ে যায়। জলের সঙ্গে রেডিয়ামের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। রেডিয়ামের লবণগুলি বেরিয়ামের লবণের মতন এবং বেরিয়াম থেকে রেডিয়ামকে আলাদা করা খুবই শক্ত কাজ। রেডিয়াম বেরিয়ামের চেয়ে বেশী উদ্বায়ী। রেডিয়াম ও এর লবণগুলি অনুপ্রভ (phosphorescent) পদার্থ।

রেডিয়ামের তেজস্ক্রিয় রশ্মি ম্যালিগ্‌ন্যাণ্ট (malignant) কোষকে (cell) ধ্বংস করতে পারে বলে রেডিয়াম ক্যানসার রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় এবং স্বয়ংপ্রভ রং প্রস্তুতিতে রেডিয়ামকে ব্যবহার করা হয়। অ্যাক্টিনিয়াম ও প্রোট্যাক্টিনিয়াম প্রস্তুতিতে রেডিয়াম ব্যবহার করা হয়। রেডিয়াম হাড়ে অবস্থিত ক্যালসিয়ামকে প্রতিস্থাপিত

(replace) করতে পারে। Ra 226-এর $t_{\frac{1}{2}}$ 1620 বছর। ফলে রেডিয়ামের তেজস্ক্রিয়তার দরুন আবার ক্যানসার সৃষ্টি হতে পারে বা রক্তশূন্যতা ঘটাতে পারে। ক্যানসারের চিকিৎসায় রেডিয়ামকে সুঁচে বা টিউবে পুড়ে ব্যবহার করা হয়। রেডিয়াম হলো নিউট্রনের একটি বিশেষ উৎস। রেডিওগ্রাফীতে রেডিয়াম সালফেট ব্যবহার করা হয়। রেডিওগ্রাফী দিয়ে ধাতব চাদরের প্রস্থ মাপা হয়।

অ্যাক্টিনিয়াম (ACTINIUM)

$_{89}Ac^{227}$

চিহ্ন = Ac, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 89, পারমাণবিক গুরুত্ব = 227, গলনাঙ্ক (1195°C), স্ফুটনাঙ্ক = (3325°C)।।

রেডিয়াম আবিষ্কারের এক বছর পর অর্থাৎ 1899 খ্রীষ্টাব্দে ইউরেনিয়াম অবশেষ থেকে ডেবিয়েরনে (Debierne) মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং গ্রীক শব্দ Aktis অর্থ রশ্মি থেকে এর নামকরন করেন অ্যাক্টিনিয়াম। মৌলটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। যে কোন ইউরেনিয়াম খনিজে অতি অল্প পরিমাণে অ্যাক্টিনিয়াম পাওয়া যায়, প্রতি টন খনিজে মাত্র 0·15 মিলিগ্রাম। কিছু পরিমাণ অ্যাক্টিনিয়াম সংগ্রহ করা অত্যন্ত কঠিন কাজ। প্রোট্যাক্টি-নিয়ামের তেজস্ক্রিয় রশ্মি বিকিরণের ফলে অ্যাক্টিনিয়াম পাওয়া যায়। প্রোট্যা-ক্টিনিয়ামও অত্যন্ত দুস্প্রাপ্য বস্তু। রেডিয়াম 226-এর ওপর নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় কয়েক মিলিগ্রাম পরিমাণ অ্যাক্টিনিয়াম 227 প্রস্তুত করা হয়েছে, যার অর্ধজীবনকাল 22 বছর। এছাড়াও অ্যাক্টিনিয়ামের কতকগুলি সম-স্থানিক প্রস্তুত করা হয়েছে। প্রত্যেক সমস্থানিকগুলিই তেজস্ক্রিয় পদার্থ, যাদের $t^1/_2$ দশদিন থেকে মাত্র এক মিনিট পর্যন্ত হয়। অ্যাক্টিনিয়ামের যৌগগুলি ডিফ্রাক্সান ও মাইক্রো কেমিক্যাল পদ্ধতিতে প্রস্তুত ও সনাক্ত করা হয়।

ল্যান্থানাম মৌলের সঙ্গে অ্যাক্টিনিয়ামের অদ্ভুত সাদৃশ্য আছে। অনার্দ্র

ও কঠিন অবস্থায় অ্যাক্টিনিয়ামের যৌগগুলি ল্যান্থানাম যৌগের ন্যায় প্রস্তুত করা হয়। যৌগগুলি ল্যান্থানাম যৌগের সঙ্গে আইসোমরফাস (isomorphous)।

অ্যাক্টিনিয়াম তেজস্ক্রিয় মৌল এবং এর তেজস্ক্রিয়তার থেকে যে সব মৌল পাওয়া যায় সেগুলিও অত্যন্ত তেজস্ক্রিয় মৌল।

অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌল (ACTINIDES)

90 থেকে 103 পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট মৌলসমূহকে অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌল (Actinides) বলে। এদের মধ্যে আবার ইউরেনিয়ামের পরবর্তী মৌল নেপচুনিয়াম ($_{93}Np$) থেকে লরেন্সিয়াম ($_{103}Lr$) পর্যন্ত এগারোটি মৌলকে ইউরেনিয়ামোত্তর মৌল শ্রেণী (Transuranic Elements) বলে। ইউরেনিয়ামোত্তর মৌলগুলিকে কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা যায় কেবল মাত্র। যদিও নেপচুনিয়াম ও প্লুটোনিয়ামকে অতি অল্প মাত্রায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌলগুলি প্রত্যেকটিই তেজস্ক্রিয় মৌল এবং এদের অনেকগুলি করে সমস্থানিক পাওয়া যায়। ল্যান্থানাম বা বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীব মৌলের মত অ্যাক্টিনাইড় শ্রেণীর মৌলগুলি ইনার ট্রানজিশনাল মৌল। ল্যান্থানাম শ্রেণীর মৌলগুলি যেমন পর্যায় সারণীতে III a গ্রুপে ল্যান্থানামের সঙ্গে আছে তেমনি অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌলগুলিও পর্যায় সারণীতে III a গ্রুপে অ্যাক্টিনিয়ামের সঙ্গে আছে।

থোরিয়াম (THORIUM)

$_{90}Th^{232}$

চিহ্ন = Th, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 90, পারমাণবিক গুরুত্ব = 232, ঘনত্ব = 11·7, গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = 1800°C, স্ফুটনাঙ্ক = প্রায় 4200°C।

1829 খ্রীষ্টাব্দে জে. জে. বার্জিলিয়াস মৌলটি আবিষ্কার করেন। স্ক্যানডি-নেভিয়ার রূপকথায় ঝড়ের দেবতা Thor-এর নাম থেকে মৌলটির নামকরণ করা হয় থোরিয়াম। অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌল। থোরিয়ামের প্রধান উৎস হলো মোনাজাইট বালি, যা আমাদের ভারতে প্রচুর পরিমাণে আছে। মোনাজাইট বালিতে (3—10%) থোরিয়াম ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায়। থোরিয়ামের অন্যান্য খনিজ হলো থোরাইট, ইউরানোথোরাইট ও থোরিয়ানাইট। এগুলি তেমন প্রয়োজনীয় খনিজ নয়। ভূত্বকে প্রায় 0·0015% থোরিয়াম আছে, ভূত্বকে থোরিয়ামের স্থান সীসার পর।

মোনাজাইট বালি থেকে বিশুদ্ধ থোরিয়াম ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করে, তার সঙ্গে ক্যালসিয়াম ধাতু মিশিয়ে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মাধ্যমে 1000°C-এ উত্তপ্ত করলে থোরিয়াম ও ক্যালসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। ক্যালসিয়াম অক্সাইডকে জলে ধুয়ে বার করে দিয়ে থোরিয়ামকে শুকিয়ে নেওয়া হয়। আজকাল বম (bomb) পদ্ধতিতে থোরিয়াম প্রস্তুত করা হয়। এতে থোরি-য়াম টেট্রাক্লোরাইড, দলা পাকানো ক্যালসিয়াম এবং জিঙ্ক ক্লোরাইড মিশিয়ে তাপসহ আস্তরণ দেওয়া চুল্লীতে 650°C-এ উত্তপ্ত করা হয়। এতে কিছুক্ষণ বাদে স্বতঃস্ফূর্ত বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের ধাতুমল এবং থোরিয়াম জিঙ্কের সংকর ধাতু প্রস্তুত করা হয়। এই সংকর ধাতুটি ধাতুমলের তলা থেকে বার করে নেওয়া হয় এবং 1100°C-এ উত্তপ্ত করে জিঙ্ককে পাতিত করে বার করে দিলে, স্পঞ্জের মতন থোরিয়াম পাওয়া যায়। এই থোরি-য়ামকে চাপহীন (vacuum) জায়গায় গলিয়ে রড প্রস্তুত করা হয়।

থোরিয়াম রূপার মতন সাদা, নরম ও প্রসার্যশীল ধাতু। থোরিয়ামকে বাতাসে রেখে দিলে কালো হয়ে পড়ে। থোরিয়ামের খুব সূক্ষ্ম গুড়ো

বাতাসে রেখে দিলে আগুন ধরে যায়। 1·39°K-এ থোরিয়াম বিদ্যুতের অতি পরিবাহী হয়।

ধাতব থোরিয়াম কম ক্ষেত্রেই ব্যবহৃত হয় এবং বেশীর ভাগ জায়গায় থোরিয়াম ডাই-অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। গ্যাস ম্যান্টেল প্রস্তুতিতে থোরিয়াম ডাই-অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। সিরামিক শিল্পে, ফটো ইলেকট্রিক সেল প্রস্তুতিতে, সম্মার্জক (scavenger) রূপে থোরিয়াম ও থোরিয়াম ডাই-অক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

বর্তমানকালে পারমাণবিক শক্তি উৎপাদনে থোরিয়ামকে কাজে লাগানো হচ্ছে। প্রাকৃতিক Th 232-কে নিউট্রনের বিক্রিয়ায় Th 233 প্রস্তুত করা হয়। Th 233 থেকে β কণা বেরিয়ে গিয়ে প্রোট্যাক্টিনিয়াম 233 প্রস্তুত হয়, পরে যা ইউরেনিয়াম 233 তে পরিণত হয়। Th 233 ও U 233 একত্রে পারমাণবিক শক্তি উৎপাদনে অত্যন্ত উপযোগী পদার্থ। Th 233 থেকে যে শক্তি পাওয়া যাবে তা কয়লা, প্রাকৃতিক তেল ও ইউরেনিয়াম থেকে উৎপন্ন মোট শক্তির থেকে বেশী হবে। অক্সাইডগুলির মধ্যে থোরিয়াম ডাই-অক্সাইডের গলনাঙ্ক সবচেয়ে বেশী বলে রিফ্র্যাক্টরী (refractory) হিসেবে ব্যবহার করা হয়। থোরিয়াম ম্যাগনেশিয়ামের সংকর ধাতুশক্ত, হাল্কা এবং উচ্চতাপে ক্ষয়রোধক বলে বিমান প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

প্রোট্যাক্টিনিয়াম (PROTACTINIUM)

$_{91}Pa^{231}$

চিহ্ন = Pa, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 91, পারমাণবিক গুরুত্ব = 231, ঘনত্ব = 15·37 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক = (1227°C), স্ফুটনাঙ্ক = (4200°C)।

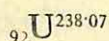
গ্রীক শব্দ Protos মানে প্রথম (first) থেকে প্রোট্যাক্টিনিয়াম কথাটা এসেছে। মৌলটি অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর সদস্য। 1913 খ্রীষ্টাব্দে কে. ফাজানস (K. Fajans) এবং ও. গোহরিং (Guhring) ইউরেনিয়াম X_2 (UX_2) বা প্রোট্যাক্টিনিয়াম 234-কে প্রথম আবিষ্কার করেন। 1918 খ্রীষ্টাব্দে Pa 231-কে ও. হান (O. Hahn) এবং এল. মেইট্নার (L.

Meitner) এবং পৃথকভাবে এফ. সডি (F. Soddy) ও জে. এ. ক্রান্সটন (J. A. Cranston) আবিষ্কার করেন। প্রোট্যাক্টিনিয়ামের সকল সমস্থানিকই তেজস্ক্রিয় পদার্থ, এদের মধ্যে Pa 231-এর $t\frac{1}{2}$ সবচেয়ে বেশী, প্রায় 32000 বছর। প্রতি টন পিচব্লেণ্ডে মাত্র 280 মিলিগ্রাম Pa 231 পাওয়া যায়। প্রাপ্তি দিক থেকে রেডিয়ামের পরের স্থান হলো প্রোট্যাক্টিনিয়াম, ভূত্বকে প্রায় $8 \times 10^{-11}\%$ আছে। অ্যাক্টিনোইউরেনিয়ামের (U-235) তেজস্ক্রিয়তার ফলে প্রোট্যাক্টিনিয়াম উৎপন্ন হয়। কিন্তু প্রাকৃতিক ইউরেনিয়ামে মাত্র 0·7% U 235 আছে। Pa 233 সমস্থানিকটি খুবই প্রয়োজনীয়, কারণ একে U 233 প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। থোরিয়াম 232-এর ওপর নিউট্রনের বিক্রিয়ায় Pa 233 উৎপন্ন হয় এবং এর থেকে β-কণা বেরিয়ে গিয়ে U 233 উৎপন্ন হয়। Pa 233-এর $t^1/_2$ মাত্র 27·4 দিন। কৃত্রিম উপায়ে প্রোট্যাক্টিনিয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রস্তুত করা গেছে। এ. ভি. গ্রসে (A. V. Grosse) প্রথম Pa 231-কে প্রকৃতি থেকে দেখতে পাওয়ার মতন পরিমাণ প্রস্তুত করেন।

প্রোট্যাক্টিনিয়ামের সঙ্গে অন্যান্য গুরুভার অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌলের তেমন কোন মিল নেই। কিন্তু থোরিয়ামের সঙ্গে এর রাসায়নিক দিক থেকে অনেক মিল আছে। প্রোট্যাক্টিনিয়াম ধূসর রঙের ধাতু। পঞ্চযোজ্যতায় প্রোট্যাক্টিনিয়াম নায়োবিয়াম, জারকোনিয়ামের ন্যায় আচরণ করে।

প্রোট্যাক্টিনিয়াম ট্রেসার টেকনিকে ব্যবহার হয় এবং U 233 প্রস্তুতিতেও ব্যবহৃত হয়।

ইউরেনিয়াম (URANIUM)

$${}_{92}U^{238\cdot07}$$

চিহ্ন=U, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক=92, পারমাণবিক গুরুত্ব=238·07, ঘনত্ব=19 গ্রাম/সিসি, গলনাঙ্ক=1132°C, স্ফুটনাঙ্ক=3818°C।

ইউরেনিয়াম অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌল। 1789 খ্রীষ্টাব্দে এম. এইচ,

ক্লপরথ (M. H. Klaproth) পিচব্লেণ্ড থেকে ইউরেনিয়ামকে আবিষ্কার করেন। কিন্তু 1841 খ্রীষ্টাব্দে ই. এম. পেলিগট (E. M. Peligot) দেখান যে ক্লপরথ যে মৌলটি আবিষ্কার করেন আসলে তা মৌলটির ডাই-অক্সাইড। পেলিগট ইউরেনিয়াম টেট্রাক্লোরাইডকে পটাশিয়াম দিয়ে বিজারিত করে প্রথম ধাতব ইউরেনিয়াম আবিষ্কার করেন। 1781 খ্রীষ্টাব্দে হারসচেল (Herschel) কর্তৃক আবিষ্কৃত ইউরেনাস (Uranus) গ্রহের নামানুসারে মৌলটির নাম করেন ইউরেনিয়াম। প্রকৃতিতে যে ইউরেনিয়াম পাওয়া যায় আসলে তা তিনটি ইউরেনিয়ামের সমস্থানিকের মিশ্রণ। এই মিশ্রণে U 238, U 235 এবং U 234 আছে যথাক্রমে 99·2739%, 0·7204% এবং 0·0057%।

ভূত্বকে প্রচুর পরিমাণে ইউরেনিয়াম নানানভাবে ছড়িয়ে আছে। প্রতি দশ লক্ষ ভাগ ভূত্বকে চারভাগ ইউরেনিয়াম আছে। সমুদ্রজলে প্রায় 10^{10} টন ইউরেনিয়াম আছে এবং পৃথিবীতে মোট 10^{15} টন ইউরেনিয়াম আছে। ইউরেনিয়ামের খনিজের মধ্যে ইউরেনাইট, পিচব্লেণ্ড এবং কার্নোটাইট বিখ্যাত। ইউরেনিয়াম খনিজে রেডিয়াম ও সীসা পাওয়া যায়। কারণ যে কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের শেষ পদার্থ (end product) হলো সীসা। 1896 খ্রীষ্টাব্দে বেক্উরেল (Bacquerel) প্রথম তেজস্ক্রিয়তা আবিষ্কার করেন এই ইউরেনিয়াম থেকে।

ইউরেনিয়াম খুব ঘন (dense) সক্রিয়, প্রসার্যশীল, রূপার মতন সাদা ও উজ্জ্বল ধাতু এবং তেজস্ক্রিয় পদার্থ। ইউরেনিয়াম নরম, নমনীয় এবং বিদ্যুতের কুপরিবাহী। সাধারণ তাপমাত্রায় বাতাসে রাখলে কালো হয়ে যায় এবং 200°C-এর ওপর তাপমাত্রায় খুব তাড়াতাড়ি জারিত হয়ে যায়। ইউরেনিয়ামকে খুব পালিশ করা যায় এবং 0·8°K-এ বিদ্যুতের অতিপরিবাহী হয়। ইউরেনিয়াম অ্যাসিড থেকে হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করতে পারে এবং তামা, টিন, সোনা, রূপা, প্ল্যাটিনাম ইত্যাদি ধাতুকে ওদের লবণ থেকে প্রতিস্থাপিত করতে পারে। নিষ্ক্রিয় গ্যাস ছাড়া ইউরেনিয়াম সমস্ত অধাতব মৌলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে। ইউরেনিয়ামের ওপর ক্ষারের বিক্রিয়া নেই। ইউরেনিয়ামের তিন রকম কেলাস পাওয়া যায়।

ইউরেনিয়াম টেট্রাফ্লোরাইডকে ক্যালসিয়াম বা ম্যাগনেশিয়াম ধাতু

দিয়ে 1300° – 1400°C এ সীল টিউবে উত্তপ্ত করে ধাতব ইউরেনিয়াম প্রস্তুত করা হয়।

ইস্পাতকে কঠিন ও শক্তিশালী করতে ইউরেনিয়াম ইস্পাতের সঙ্গে ব্যবহার করা হয়। ইউরেনিয়াম যৌগগুলি ফটোগ্রাফীতে, সিরামিক শিল্পে অ্যানা-লিটিক্যাল রসায়নে ব্যবহার করা হয়। পরমাণুর কেন্দ্রীণকে বিভাজিত করতে U 235 অত্যন্ত উপযোগী, ফলে পারমাণবিক শক্তি উৎপাদনে U 235-কে ব্যবহার করা হয়; নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া দ্বারা নেপচুনিয়াম ও প্লুটোনি-য়াম প্রস্তুতিতে ইউরেনিয়ামকে ব্যবহার করা হয়। এছাড়া ইউরেনিয়াম যৌগ ওষুধ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

নেপচুনিয়াম (NEPTUNIUM)

$_{93}Np^{237}$

চিহ্ন = Np, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 93, পারমাণবিক গুরুত্ব = 237 (সব-চেয়ে স্থায়ী সমস্থানিক), গলনাঙ্ক = 640°C।

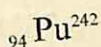
ইউরেনিয়ামোত্তর অ্যাক্টিনাইড মৌল। 1940 খ্রীষ্টাব্দে ই. এম. ম্যাক-মিলান (E. M. Macmillan) এবং পি. অ্যাবেল্‌সন (P. Abelson) ইউ-রেনিয়ামের ওপর নিউট্রনের আঘাতে প্রথম নেপচুনিয়াম 239 প্রস্তুত করেন যার $t_{\frac{1}{2}}$ মাত্র দুদিন আট ঘণ্টা। নেপচুনিয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রস্তুত করা যায়, যাদের মধ্যে Np 237-এর $t_{\frac{1}{2}}$ সবচেয়ে বেশী, $2{\cdot}2 \times 10^6$ বছর এবং এই সমস্থানিকটি খুবই গুরুত্বপূর্ণ। ইউরেনিয়ামোত্তর মৌল শ্রেণীর প্রথম মৌল এবং প্রথম প্রস্তুত করা হয়। তাই ইউরেনাসের পরের গ্রহ নেপচুনের নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করা হয় নেপচুনিয়াম। প্রকৃতিতে ইউরেনি-য়ামের খনিজের সঙ্গে অতি অতি কম পরিমাণে নেপচুনিয়াম পাওয়া যায়।

1944 খ্রীষ্টাব্দে চিকাগো বিশ্ববিদ্যালয়ের মেটালারজিক্যাল লেবরেটরীতে ম্যাগনেসন (Magnesson) এবং লা চ্যাপেলা (La Chapella) Np 237-কে আবিষ্কার করেন। Np 237-এর $t_{\frac{1}{2}}$ সবচেয়ে কম, মাত্র 53 মিনিট।

নেপচুনিয়াম ক্লোরাইড বা ফ্লোরাইডকে বেরিয়াম দিয়ে 1200°C-এ বিজারিত করে ধাতব নেপচুনিয়াম পাওয়া যায়।

নেপচুনিয়ামের ধর্ম ইউরেনিয়াম ও প্লুটোনিয়ামের মধ্যবর্তী। নেপচুনিয়াম রূপার মতন উজ্জ্বল ধাতু। নেপচুনিয়াম ধাতু নমনীয় এবং ঘনত্ব ইউরেনিয়ামের মতন।

প্লুটোনিয়াম (PLUTONIUM)

$_{94}Pu^{242}$

চিহ্ন=Pu, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক=94, পারমাণবিক গুরুত্ব=242 (সবচেয়ে বেশী $t_{\frac{1}{2}}$)।

ইউরেনিয়ামোত্তর দ্বিতীয় মৌল এবং ইউরেনাস উত্তর দ্বিতীয় গ্রহ প্লুটোর নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করা হয় প্লুটোনিয়াম। প্লুটোনিয়ামকে কৃত্রিম উপায়ে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় প্রস্তুত করা হয়। প্রকৃতিতে প্লুটোনিয়ামকে মোনাজাইট বালি ও পিচব্লেণ্ডে অতি নগণ্য পরিমাণে পাওয়া যায়। পিচব্লেণ্ডে U : Pu অনুপাত $10^{11} : 1$

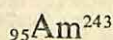
1940 খ্রীষ্টাব্দে ক্যালিফোর্নিয়ায় অবস্থিত রেডিয়েশান লেবরেটরীতে জি. টি. সিবর্গ (G. T. Seaborg), ই. এম. ম্যাকমিলান (E. M. Mcmillan), এ. সি. ওহ্‌ল (A. C. Wahl) এবং জে. কেনেডি (J. Kenedy) প্রথম প্লুটোনিয়াম 238 আবিষ্কার করেন। U 238-এর সঙ্গে নিউট্রনের বিক্রিয়ায় U 239 উৎপন্ন হয়, যার $t_{\frac{1}{2}}$ মাত্র 23 মিনিট এবং এই U 239 থেকে একটি β-কণা বেরিয়ে এটি Np 239-এ পরিণত হয়। এই Np 239-এর $t_{\frac{1}{2}}$ মাত্র দুদিন 4 ঘণ্টা এবং Np 239 থেকে একটি β-কণা বেরিয়ে Pu 239 উৎপন্ন হয়। এই Pu 239-এর $t_{\frac{1}{2}}$ 24360 বছর। ইউরেনিয়ামোত্তর মৌলের মধ্যে প্লুটোনিয়ামকেই প্রথম আলাদা করা হয়। 1942 খ্রীষ্টাব্দে চিকাগো বিশ্ববিদ্যালয়ে বি. বি. কানিংহাম (B. B. Cunningham) এবং এল. বি. ভারনার (L. B. Werner) প্রথম প্লুটোনিয়ামকে পৃথক করেন।

প্লুটোনিয়াম ফ্লোরাইডকে বেরিয়াম বাষ্প দিয়ে বিজারিত করে প্লুটোনিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা হয়।

প্লুটোনিয়াম রূপার মতন সাদা ধাতু এবং এটি সক্রিয় ধাতু। কৃত্রিম উপায়ে অনেকগুলি সমস্থানিক প্রস্তুত করা হয়েছে। এদের মধ্যে Pu 242-এর $t_{\frac{1}{2}}$ হলো 5×10^5 বছর (সবচেয়ে বেশী) এবং Pu 232-এর $t_{\frac{1}{2}}$ হলো 22 মিনিট (সবচেয়ে কম)। প্লুটোনিয়ামের ছটি বহুরূপ আছে যেমন α, β, γ, δ, δ' ϵ প্লুটোনিয়াম। এদের মধ্যে α-প্লুটোনিয়ামের ঘনত্ব সবচেয়ে বেশী 19·82 গ্রাম প্রতি সিসি এবং δ- প্লুটানিয়ামের ঘনত্ব সবচেয়ে কম 15·92 গ্রাম/সিসি। Pu 239-এর $t_{\frac{1}{2}}$ হলো $2{\cdot}42 \times 10^4$ বছর এবং এক মিলি-গ্রাম Pu 239 140×10^6-টি α-কণা বিকিরণ করে বলে Pu 239 নিয়ে কাজ করতে বিশেষ সতর্কতার প্রয়োজন। প্লুটোনিয়ামের, ইউরেনিয়াম ও নেপচুনিয়ামের সঙ্গে অনেক মিল আছে।

প্লুটোনিয়াম নিউক্লিয়ার জ্বালানী, গবেষণার কাজে, পারমাণবিক সমরাস্ত্র প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

অ্যামেরিসিয়াম (AMERICIUM)

$_{95}Am^{243}$

চিহ্ন = Am, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 95, পারমাণবিক গুরুত্ব = 243 (সবচেয়ে বেশী $t_{\frac{1}{2}}$), ঘনত্ব = 11·7 গ্রাম/সিসি।

1944 খ্রীষ্টাব্দে জি. টি. সিবর্গ (G. T. Seaborg), আর. এ. জেমস (R.A. James) এবং এল. ও. মরগ্যান (L. O. Morgan) ট্রেসার টেক্‌নিকের সাহায্যে প্রথম মৌলটির অস্তিত্ব সনাক্ত করেন এবং আমেরিকার নামানুসারে নাম দেন অ্যামেরিসিয়াম। Pu 241 (যার $t_{\frac{1}{2}}$ 13 বছর) থেকে β-কণা বেরিয়ে আমেরিসিয়াম উৎপন্ন হয়। এই Am 241-এর $t_{\frac{1}{2}}$ 470 বছর। অ্যামে-

রিসিয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রস্তুত করা হয়েছে, যাদের মধ্যে Am 243-এর $t_{\frac{1}{2}}$ 10^4 বছর (সবচেয়ে বেশী)। এবং Am-244-এর $t_{\frac{1}{2}}$ সবচেয়ে কম, মাত্র 26 মিনিট।

অ্যামেরিসিয়াম ট্রাইক্লোরাইডকে 1100°C-এ বেরিয়াম ধাতু দিয়ে বিজারিত করে ওয়েস্ট্রাম (Westrum) এবং ইয়েরিং (Eyring) প্রথম 1951 খ্রীষ্টাব্দে ধাতব অ্যামেরিসিয়াম আবিষ্কার করেন।

অ্যামেরিসিয়াম রূপার মতন সাদা ও প্রসার্যশীল ধাতু। অ্যামেরিসিয়ামের যৌগগুলির সঙ্গে বিরল মৃত্তিকা শ্রেণীর ধাতুর যৌগগুলির অনেক সাদৃশ্য আছে, বিশেষ করে অনার্দ্র অবস্থায়। এক্স-রে ডিফ্রাক্সান (X-ray diffraction) দিয়ে অ্যামেরিসিয়ামের যৌগগুলি সনাক্ত করা যায়। বিরল মৃত্তিকা মৌল অ্যাক্টিনিয়াম, প্লুটোনিয়াম ইত্যাদি যৌগগুলি যেভাবে প্রস্তুত করা হয়, অ্যামেরিসিয়ামের যৌগগুলিও সেইভাবে প্রস্তুত করা হয়।

কুরীয়াম (CURIUM)

$_{96}Cm^{245}$

চিহ্ন = Cm, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 96, পারমাণবিক গুরুত্ব = 245 (সবচেয়ে বেশী $t_{\frac{1}{2}}$)।

1944 খ্রীষ্টাব্দে অ্যামেরিসিয়ামের আবিষ্কারের কিছু দিন আগে জি. টি. সিবর্গ, আর. এ. জেমস (R. A. James), এ. ঘিওরসো (A. Ghiorso) প্রথম আবিষ্কার করেন। সাইক্লোট্রনের সাহায্যে তাঁরা প্লুটোনিয়াম 239-কে α-কণা দিয়ে আঘাত করে কুরীয়াম 242 উৎপন্ন করেন এবং মেরী কুরী ও পিয়ের কুরীর সম্মানার্থে মৌলটির নামকরণ করেন কুরীয়াম। অ্যামেরিসিয়ামকে নিউট্রন দিয়ে আঘাত করেও কুরীয়াম প্রস্তুত করা যায়। কুরীয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রস্তুত করা হয়েছে। Cm 245-এর $t_{\frac{1}{2}}$ সবচেয়ে বেশী,

2×10^4 বছর এবং Cm 240-এর $t_{\frac{1}{2}}$ সবচেয়ে কম, মাত্র 27 দিন। Cm 242-এর $t_{\frac{1}{2}}$ মাত্র $162\frac{1}{2}$ দিন এবং Cm 242-এর প্রতি মিলিগ্রাম থেকে সাত বিলিয়ন ⍺-কণা প্রতি সেকেণ্ডে বার হয়।

1275°C-এ কুরীয়াম ট্রাইফ্লোরাইডকে বেরিয়ামের বাষ্প দিয়ে বিজারিত করে ধাতব কুরীয়াম প্রস্তুত করেন ক্রেন (Crane)।

ধাতব কুরীয়াম রূপার মতন দেখতে এবং এর ধর্ম অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর অন্যান্য মৌলের মতন। কুরীয়াম ইউরেনিয়ামোত্তর মৌল।

বার্কেলিয়াম (BERKELIUM)

$_{97}Bk^{249}$

চিহ্ন = Bk, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 97, পারমাণবিক গুরুত্ব = 249 (সহজে প্রস্তুত করা যায়)।

ইউরেনিয়ামোত্তর অ্যাক্টিনাইড মৌল। 1949 খ্রীষ্টাব্দে এস. জি. থম্পসন (S. G. Thompson), এ. ঘিওরসো (A. Ghiorso) এবং জি. টি. সিবর্গ (G. T. Seaborg) বার্কলে শহরে অবস্থিত ক্যালিফোর্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ে প্রথম মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং বার্কলে শহরের নামানুসারে মৌলটির নাম দেন বার্কেলিয়াম। অ্যামেরিসিয়াম 241-কে হিলিয়াম আয়ন দিয়ে আঘাত করে তাঁরা Bk 243 প্রস্তুত করেন। মৌলটিকে বিশুদ্ধকরণে আয়ন এক্সচেঞ্জ ক্রোমাটোগ্রাফী পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। বার্কেলিয়াম আবিষ্কারের ফলে অনেক গুরুভার মৌল প্রস্তুত করা সহজতর হয়েছে এবং ঐ সকল গুরুভার মৌলের অর্ধজীবনকাল কত হবে তাও মোটামুটি বলা সম্ভব হয়েছে।

243 থেকে 251 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট নটি বার্কেলিয়ামের সমস্থানিক প্রস্তুত করা সম্ভব হয়েছে এবং এদের $t_{\frac{1}{2}}$ এক ঘণ্টা থেকে আরম্ভ করে 1380 বছর

পর্যন্ত হয়। সহজে Bk 249 প্রস্তুত করা যায় এবং যার থেকে ক্যালিফো-র্নিয়াম 249 প্রস্তুত করা যায়।

বার্কেলিয়াম অত্যন্ত তেজস্ক্রিয় পদার্থ এবং সহজেই ক্যালিফোর্নিয়ামে পরিবর্তিত হয়। ল্যান্থানাম শ্রেণীর মৌলের সঙ্গে বার্কেলিয়ামের অনেক সাদৃশ্য আছে। বার্কেলিয়ামের যৌগগুলি সাধারণত জলে দ্রবণীয়।

ক্যালিফোর্নিয়াম (CALIFORNIUM)

$_{98}Cf^{252}$

চিহ্ন = Cf, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 98, পারমাণবিক গুরুত্ব = 252 (সবচেয়ে বেশী পাওয়া যায়)।

ইউরেনিয়ামোত্তর অ্যাক্টিনাইড মৌল। 1950 খ্রীষ্টাব্দে ক্যালিফোর্নিয়া শহরে অবস্থিত ক্যালিফোর্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের রেডিয়েশান লেবরেটরীতে এস. জি. থম্পসন (S. G. Thompson), কে. স্ট্রীট (K. Street), এ. ঘিওরসো (A. Ghiorso) এবং জি. টি. সিবর্গ (G. T. Seaborg) 98 পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং এই শহর ও বিশ্ববিদ্যালয়ের নামানুসারে মৌলটির নাম দেন ক্যালিফোর্নিয়াম। কুরীয়াম 242-কে হিলি-য়াম আয়নের আঘাতে সংযুক্ত কেন্দ্রীণ দ্বটোর থেকে নিউট্রনের বিচ্যুতির ফলে 245 ভর সংখ্যা ও 98 পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট মৌলটি সৃষ্টি হয়। Cf 245 তেজস্ক্রিয় মৌল এবং শীঘ্রই ইলেকট্রন গ্রহণ করে অন্য মৌলে পরিণত হয় এবং কিছুটা α-কণা পরিত্যাগের ফলে বিভাজিত হয়। ইউরেনিয়াম 238-কে কার্বন আয়ন দিয়ে আঘাত করে Cf 246-কে প্রস্তুত করা যায়। প্রথমে যখন ক্যালিফোর্নিয়াম আবিষ্কৃত হয় তখন মাত্র পাঁচ হাজার ক্যালিফোর্নিয়াম পর-মাণু প্রস্তুত হয়েছিল। 242 থেকে 254 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট ক্যালিফোর্নিয়ামের সমস্থানিক প্রস্তুত করা হয়েছে। এরা প্রত্যেকেই তেজস্ক্রিয় পদার্থ, যাদের $t_{\frac{1}{2}}$ কয়েক মিনিট থেকে আরম্ভ করে এক হাজার বছর পর্যন্ত হয়।

মৌল ক্যালিফোর্নিয়াম ইউরেনিয়ামের চেয়ে বেশী উদ্বায়ী। Cf 252-কে সহজে নিউক্লিয়ার রিঅ্যাক্টরে পাওয়া যায়। Cf 252 অতি প্রাবল্য (intensity) নিউট্রনের উৎস। ক্যালিফোর্নিয়ামের সমস্থানিকগুলি ম্যাগনেটিক সাসেপ্‌টিবিলিটি মাপার জন্যে ব্যবহৃত হয়। আয়ন এক্সচেঞ্জ ক্রোমাটোগ্রাফী দিয়ে ক্যালিফোর্নিয়ামকে সনাক্ত ও পৃথক করা যায়। অতি কম পরিমাণে ক্যালিফোর্নিয়াম পাওয়া যায় বলে মৌলটির রাসায়নিক ধর্মের পরীক্ষার জন্য ট্রেসার পদ্ধতিকে কাজে লাগানো হয়। ক্যালিফোর্নিয়ামের রাসায়নিক ধর্ম ল্যান্থানাম শ্রেণীর মতন এবং এর কঠিন যৌগগুলির রঙ সবুজ।

আইনস্টাইনিয়াম (EINSTEINIUM)

$_{99}$Es

চিহ্ন = Es, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 99।

ইউরেনিয়ামোত্তর অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌল। 99-তম মৌলটির নাম আইনস্টাইনের নামানুসারে আইনস্টাইনিয়াম হয়েছে। আইনস্টাইনিয়াম ও ফারমিয়াম (পাঃ ক্রঃ 100) উভয় মৌলই চিকাগোয় অবস্থিত আরগোনে ন্যাশানাল লেবরেটরী, ক্যালিফোর্নিয়ায় অবস্থিত রেডিয়েশান লেবরেটরী এবং লস অ্যালামস সায়েন্টিফিক লেবরেটরীতে (Los Alamos Scientific Lab.) বিভিন্ন বিজ্ঞানীর দল মৌলটি আবিষ্কার করেন।

ইউরেনিয়ামের রূপান্তরিত পদার্থসমূহের ওপর তাপকেন্দ্রীয় বিস্ফোরণে (thermo nuclear explosion) প্রাপ্ত নিউট্রনের অন্তর্বাহের (influx) প্রভাব পরীক্ষা-নিরীক্ষার ফলে আইনস্টাইনিয়াম ও ফারমিয়াম আবিষ্কৃত হয়। প্লুটোনিয়াম ও অন্যান্য ভারী মৌলকে হিলিয়াম ও বেরিলিয়াম দিয়ে আঘাত করে আইনস্টাইনিয়াম ও ফারমিয়াম প্রস্তুত করা যায়। Pu 239-এর ওপর তীব্র নিউট্রনের আঘাতে আইনস্টাইনিয়াম প্রস্তুত করা যায়। আইন-

স্টাইনিয়ামের অনেকগুলি সমস্থানিক প্রস্তুত করা সম্ভব হয়েছে, যাদের $t_{\frac{1}{2}}$ কয়েক মিনিট থেকে আরম্ভ করে 320 দিন পর্যন্ত হয়।

আইনস্টাইনিয়ামের ধর্ম ল্যান্থানাম শ্রেণীর মৌলের মতন। অত্যন্ত কম পরিমাণে পাওয়া যায় (মাত্র কিছু সংখ্যক পরমাণু) বলে এবং এর $t_{\frac{1}{2}}$ কম বলে আইনস্টাইনিয়ামের রাসায়নিক ধর্মের পরীক্ষা করা বেশ কঠিন।

ফারমিয়াম (FERMIUM)

$_{100}Fm$

চিহ্ন=Fm, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক=100।

ইউরেনিয়ামোত্তর অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌল। এনরিকো ফারমির (Enrico Fermi) নামানুসারে মৌলটির নাম হয়েছে ফারমিয়াম। ফারমিয়ামকে আইনস্টাইনিয়ামের সঙ্গে একই সঙ্গে এবং একইভাবে আবিষ্কার ও প্রস্তুত করা হয়েছে। বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত ফারমিয়ামের সকল সমস্থানিকই (244-257) তেজস্ক্রিয় পদার্থ এবং যাদের $t_{\frac{1}{2}}$ এক সেকেণ্ডের কয়েক লক্ষ ভাগের এক ভাগ থেকে আরম্ভ করে 95 দিন পর্যন্ত হয়। 255 ভর সংখ্যার ফারমিয়াম প্রথম আবিষ্কৃত হয়। হাইড্রোজেন বোমার আবর্জনা থেকে Fm 255-কে আমেরিকায় (Atomic Energy Commission) প্রস্তুত করা হয়। 1953 খ্রীষ্টাব্দে বার্কলে, ক্যালিফোর্নিয়ায় সর্বপ্রথম রাসায়নিকভাবে ফারমিয়ামকে সনাক্ত করা হয়। ফারমিয়ামের সবচেয়ে স্থায়ী সমস্থানিকের $t_{\frac{1}{2}}$ মাত্র 95 দিন বলে ফারমিয়ামকে ওজন মাত্রায় প্রস্তুত করা সম্ভব হয়নি।

মেণ্ডেলিভিয়াম (MENDELEVIUM)

$_{101}Md$

চিহ্ন = Md, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 101।

ইউরেনিয়ামোত্তর অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌল। 1955 খ্রীষ্টাব্দে এ. ঘিওরসো (A. Ghiorso), বি. জি. হারভে (B. G. Harvey), জি. আর. চপপিন (G. R. Choppin), এস. জি. থম্পসন (S. G. Thompson), জি. টি. সিবর্গ (G. T. Seaborg) ক্যালিফোর্নিয়ায় বার্কলেতে আইনস্টাইনিয়াম 253-কে হিলিয়াম দিয়ে আঘাত করে 256 ভরওয়ালা 101-তম মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং রুশদেশীয় বিজ্ঞানী ডিমিত্রি মেণ্ডেলিফের নামানুসারে মৌলটির নাম দেন মেণ্ডেলিভিয়াম।

মেণ্ডেলিভিয়ামের পাঁচটি সমস্থানিক প্রস্তুত করা গেছে, যাদের $t_{\frac{1}{2}}$ আট মিনিট থেকে আরম্ভ করে 54 দিন পর্যন্ত হয়। মেণ্ডেলিভিয়ামকে ওজন পরিমাণে প্রস্তুত করা সম্ভব হয় নি। মেণ্ডেলিভিয়ামের রাসায়নিক ধর্ম ল্যান্থানাম শ্রেণীর মৌল থুলিয়ামের মতন।

নোবেলিয়াম (NOBELIUM)

$_{102}No$

চিহ্ন = No, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 102।

ইউরেনিয়ামোত্তর অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর মৌল। অ্যালফ্রেড নোবেলের নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করা হয় নোবেলিয়াম।

1957 খ্রীষ্টাব্দে বিভিন্ন দেশের (গ্রেট ব্রিটেন, সুইডেন, আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্র) একদল বিজ্ঞানী স্টকহলমের নোবেল ইনস্টিটিউট ফর ফিজিক্সে (Noble Insti-

tute for Physics) কুরীয়াম 244 -কে কার্বন 13 আয়ন দিয়ে আঘাত করে অতি চঞ্চল (excited) নোবেলিয়ামের কয়েকটি পরমাণু প্রস্তুতিতে সক্ষম হন। এই অতি চঞ্চল পরমাণুগুলি অতিরিক্ত শক্তি ছেড়ে দিয়ে 102 পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট নোবেলিয়াম গঠন করে। ঐ বিজ্ঞানী দলে আছেন পি. বি. ফিল্ডস (P. B. Fields), এ. এম. ফ্রিডম্যান (A. M. Friedman), জে. মিলস্টেড (J. Milsted), এ. বি. বিডলে (A. B. Beadle), এইচ. অ্যাটারলিং (H. Atterling), ডব্লু. ফরস্লিং (W. Forsling), আই. ডব্লু. হোল্ম (I. W. Holm), বি. অ্যাস্ট্রম (B. Astrom)।

নোবেলিয়ামের $t_{\frac{1}{2}}$ মাত্র 10 মিনিট। এছাড়া পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের রসায়নাগারে 252 থেকে 256 ভর সংখ্যাবিশিষ্ট নোবেলিয়ামের সমস্থানিক প্রস্তুত করা সম্ভব হয়েছে। যাদের $t_{\frac{1}{2}}$-ও বিভিন্ন। নোবেলিয়াম আবিষ্কারের পর অনেকে বলতেন নোবেলিয়ামের সবটাই ভাওতা শুধু No-টা ছাড়া।

লরেন্সিয়াম (LAWRENCIUM)

$_{103}$Lw বর্তমানে $_{103}$Lr

চিহ্ন = Lr, পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক = 103।

ইউরেনিয়ামোত্তর অ্যাক্টিনাইড শ্রেণীর শেষ মৌল। 1961 খ্রীষ্টাব্দে এ. ঘিওরসো (A. Ghiorso), টি. সিকেল্যাণ্ড (T. Sikkeland), এ. ই. লার্স (A. E. Larsh) আর. এম. লাটিমার (R. M. Latimer) ক্যালিফোর্নিয়ায় বার্কলেতে অবস্থিত লরেন্স রেডিয়েশন লেবরেটরীতে (Lawrence Radiation Laboratory) 103-তম মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং সাইক্লোট্রন যন্ত্রের আবিষ্কারক লরেন্সের নামানুসারে মৌলটির নামকরণ করেন লরেন্সিয়াম। তাঁরা তিন মিলিমাইক্রন পরিমাণ ক্যালিফোর্নিয়ামকে (252) বোরন 10 বা 11 দিয়ে

আঘাত করে লরেন্সিয়াম 257 প্রস্তুত করেন। Lr 257-এর $t_{\frac{1}{2}}$ মাত্র আট সেকেণ্ড। 247 থেকে 252 পর্যন্ত ভর সংখ্যাবিশিষ্ট যে কোন ক্যালিফোর্নিয়ামের সমস্থানিককে বোরন 11 দিয়ে আঘাত করে লরেন্সিয়াম প্রস্তুত করা যায়।

1965 খ্রীষ্টাব্দে মস্কোতে ই. ডি. ডোনেটস (E. D. Donets), ভি. এ. শ্চেগোলেভ (V. A. Schegolev), ডি. এ. আর্মাকভ (D. A. Armakov) Lr 258 সমস্থানিকটি আবিষ্কার করেন।

নির্দেশিকা

হ

A

abrasive অ্যাব্রেসিভ, যে বস্তু চাঁচা ও ঘষার কাজে লাগে
absolute scale পরম তাপক্রম
,, zero পরম শূন্য
absorb শোষণ
actinide অ্যাক্টিনিয়াম শ্রেণীর মৌল
action ক্রিয়া
activated সক্রিয়
alkali ক্ষার
alkali metal ক্ষার ধাতু
alkaline ক্ষারীয়
alkaline earth metals ক্ষারীয় মৃত্তিকা ধাতু
alloy সংকর ধাতু
,, steel মিশ্র ইস্পাত
alpha partical আলফা কণা
,, ray ,, রশ্মি
amalgam পারদ সংকর
amorphous অনিয়তাকার
analysis বিশ্লেষণ
analytical বৈশ্লেষিক
Angstrom unit অ্যাংস্ট্রম একক
anemia রক্তাল্পতা
anhydrous অনার্দ্র
antiferromagnetic লৌহ চৌম্বক-বারক
antimagnetic চৌম্বকবারক
antiseptic পচন নিবারক
aquarigia অম্লরাজ
atmosphere বায়ুমণ্ডল
atmospheric pressure বায়ুমণ্ডলীয় চাপ
atom পরমাণু
atomic energy level পরমাণু শক্তি স্তর
atomic heat পারমাণবিক তাপ
,, mass unit পারমাণবিক ভরের একক
atomic number পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক
,, reactor পারমাণবিক রিঅ্যাক্টর পারমাণবিক চুল্লী
atomic structure পরমাণুর গঠন
,, volume পারমাণবিক আয়তন
,, weight পারমাণবিক গুরুত্ব
atomicity পরমাণুকতা
Avogadro number অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা

B

balance তুলাদণ্ড, দাঁড়িপাল্লা, নিক্তি
barium meal বেরিয়াম মিল
beta partical বিটা কণা
,, ray বিটা রশ্মি
blast furance মারুৎ চুল্লী
Bohr's table বোরের সারণী (পর্যায় সারণী)

boiling point স্ফুটনাঙ্ক
borax সোহাগা
brittle ভঙ্গুর
bubble chamber বাব্‌ল চেম্বার, বুদ্‌বুদ কক্ষ

C

carat ক্যারেট
catalysis প্রভাবন, অনুঘটন
catalyst প্রভাবক, অনুঘটক
cathode ক্যাথোড
charge আধান
charged আহিত
chemical রাসায়নিক
,, change রাসায়নিক পরিবর্তন
chromatography ক্রোমাটোগ্রাফী
coal কয়লা (খনি থেকে যেটা পাওয়া যায়)
coating আস্তরণ, আবরণ
coefficient of expansion প্রসারণ গুণাঙ্ক
coke কোক কয়লা
combined state যুক্ত অবস্থায়
compact ঠাসা
compound যৌগক, যৌগি পদার্থ
concentration গাঢ়ত্ব
conductivity পরিবাহীতা
coinage metal মুদ্রা ধাতু
core অষ্টি
corrosion ক্ষয়, অবক্ষয়
cry of tin' 'টিনের কান্না'
crystal কেলাস
crystallisation কেলাসন
current তড়িৎ প্রবাহ, বিদ্যুৎ প্রবাহ
cyclotron সাইক্লোট্রন

D

decomposition উপাদানে ভেঙ্গে যাওয়া
degasifier গ্যাস অপসারক
dehydrogenation কোন বস্তু থেকে হাইড্রোজেন বিযুক্ত করা
density ঘনত্ব
deoxidizer অক্সিজেন অপসারক
diamagnetic প্রতি চুম্বকীয়, অপ-চুম্বকীয়
distillation পাতন
double bond দ্বিবন্ধন
ductile প্রসার্যশীল

E

earth's crust ভূত্বক
elasticity স্থিতিস্থাপকতা

electricity বিদ্যুৎ, তড়িৎ
electrolysis তড়িৎ বিশ্লেষণ
electrolytic reduction তড়িৎ বিজারণ
electron ইলেকট্রন
electron shell ইলেকট্রন মহল
electronic arrangement ইলেক-ট্রনীয় বিন্যাস
electroplating তড়িৎলেপন
end product শেষ পদার্থ (তেজ-স্ক্রিয়তার দরুন)
endothermic তাপ শোষক
energy শক্তি
exothermic তাপোৎপাদক
extranuclear part পরমাণুর কেন্দ্র বহির্ভূত অংশ
extraction নিষ্কাশন
extra nuclear structure ইলেকট্রন মহল

F

ferromagnetic লৌহ চুম্বকীয়
ferrous লোহা
fire extinguisher অগ্নিনির্বাপক
,, proof অগ্নিসহ
fission বিভাজন
,, product বিভাজিত বস্তু
fluorescenee প্রতিপ্রভা
fluorescent lamp প্রতিপ্রভ আলো
flux গালক
fractional crystallisation আংশিক কেলাসন
fractional distillation আংশিক পাতন
fragmentation reaction টুকরো টুকরো করে বিক্রিয়া করা
free state মুক্ত অবস্থা

G

galvanising দস্তালেপন
gamma ray গামা রশ্মি
gaseous গ্যাসীয়, বায়বীয়
germicidal বীজাণুনাশক
getter গেটার, গ্যাস বা অন্য বস্তু মুক্ত করার জন্য ব্যবহৃত পদার্থ
graph লেখচিত্র
group শ্রেণী

H

half life period অর্ধজীবনকাল
haemoglobin হিমগ্লোবিন
heat transfer তাপ পরিবহণ
,, treatment তাপ প্রয়োগ
heterogeneous অসমসত্ত্ব
homogeneous সমসত্ত্ব

horizontal অনুভূমিক
hydrated সোদক
hydrogenation কোন বস্তুতে হাই-ড্রাজেন যোগ করা

I

ignition rock আগ্নেয়শিলা
impure অবিশুদ্ধ
inactive নিষ্ক্রিয়
incandescent ভাস্বর
inert নিষ্ক্রিয়
inflammable দাহ্য
influx অন্তর্বাহ
innertransitional metal ইনার সন্ধিগত ধাতু
inorganic অজৈব
,, chemistry অজৈব রসায়ন
intensity প্রাবল্য
ion আয়ন
isober আইসোবার, সমান পারমাণবিক গুরুত্ব সম্পন্ন বিভিন্ন মৌল
isomer সমসংকেত
isomerism সমসংকেতকতা
isomorphous সমাকৃতিক
isotone আইসোটোন, সমসংখ্যক নিউট্রন বিশিষ্ট বিভিন্ন মৌল
isotope একস্থানিক, সমস্থানিক

J

jet জেট

K

oK (Kelvin) কেলভিন তাপক্রম, পরমতাপক্রম
king of metals ধাতুর রাজা (সোনা)

L

lanthanides ল্যান্থানাম শ্রেণীর মৌল
law of octave অষ্টক সূত্র
,, of triads ত্রয়ী সূত্র
long periodic table দীর্ঘ পর্যায় সারণী
lubricant পিচ্ছিলকারক পদার্থ
luminous আলোকিত

M

magnet চৌম্বুক, চম্বুক
magnetic cooling চম্বুকীয় শীতলী করণ
magnetic field চম্বুক বলরেখা
malignant অতিক্ষতিকর, প্রবল বা সংক্রামক
malleable ঘাতসহ
mass ভর
matter বস্তু, পদার্থ

melting point গলনাঙ্ক
metal ধাতু
metallic lustre ধাতব ঔজ্জ্বল্য
metalloid ধাতুকল্প
microbe জীবাণু
mineral খনিজ
molecule অণু
molecular weight আণবিক গুরুত্ব
monochromatic একবর্ণী

N

nascent জায়মান, সদ্যজাত
negative ঋণাত্মক, অপরাধর্মী
neutron নিউট্রন
noble gas বর গ্যাস, নিষ্ক্রিয় গ্যাস
,, metal বর ধাতু
nonferrous অলৌহ
noninflammable অদাহ্য
nonmagnetic অচুম্বকীয়
nonmetal অধাতু
nonvolatile অনুদ্বায়ী
normal temperature pressure (N T P) প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপ
nuclear power plant পারমাণবিক শক্তি উৎপাদন যন্ত্র
nuclear propalsion system পারমাণবিক প্রোপালশান সিস্টেম
nuclear reaction নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া
nucleus পরমাণু কেন্দ্র, কেন্দ্রীণ

O

occlude অন্তর্ধৃতি
opacify অস্বচ্ছ করা
optical দর্শানী
orbit কক্ষপথ
ore আকরিক
organic জৈব
oxidation জারণ
oxide অক্সাইড
oxidising agent জারক-দ্রব্য

P

paramagnetic অনুচুম্বকীয়, উপচুম্বকীয়
period অনুভূমিক পংক্তি
periodic table পর্যায় সারণী
phosphor অনুপ্রভা সৃষ্টিকারী পদার্থ
phosphorescenec অনুপ্রভা
photoelectric আলোক বৈদ্যুত
photosynthesis সালোক সংশ্লেষণ
physical change ভৌত পরিবর্তন
,, properties ভৌত ধর্ম

platinum metals প্ল্যাটিনাম শ্রেণীর ধাতু
positive ধনাত্মক, পরাধর্মী
positron পজিট্রন
principal quantum number মুখ্য কোয়াণ্টাম সংখ্যা
proton প্রোটন
pure বিশুদ্ধ
pyrotechnique অত্যুষ্ণমাপী প্রযুক্তি

Q

quicklime পোড়াচুন
quartz কোয়ার্টজ, স্ফটিক

R

rediation বিকিরণ
radioactive তেজস্ক্রিয়
radioactivity তেজস্ক্রিয়তা
radiography বিকিরণ চিত্রণ
radiology বিকিরণ চিকিৎসা বিজ্ঞান
reaction বিক্রিয়া
reactive সক্রিয়
rear earth বিরল মৃত্তিকা মৌল
reducing agent বিজারক দ্রব্য
reduction বিজারণ
refraction প্রতিসরণ
refractive index প্রতিসরাঙ্ক
refractory উচ্চতাপসহ
residue অবশেষ
resistance রোধক
rest mass স্থির ভর

S

salt লবণ
scavenger সম্মার্জক
sedative প্রশান্তিদায়ক
sedimentation rock পাললিক শিলা
self luminous স্বয়ংপ্রভ
,, reduction স্বতঃ বিজারণ
shell কক্ষ
slag ধাতুমল
slaked lime সোদক চুন
smelting ভস্মীকরণ
solder রাংঝাল
soluble দ্রবণীয়, দ্রাব্য
solute দ্রাব
solution দ্রবণ
solvent দ্রাবক
source উৎস
space মহাশূন্য
specific gravity আপেক্ষিক গুরুত্ব
,, heat আপেক্ষিক তাপ

spectrum বর্ণালী
stable স্থায়ী
stain স্টেন
sublim উর্ধ্বপাতন
subgroup উপশ্রেণী
subshell উপকক্ষ, অনুস্তর
super conductor অতিপরিবাহী
" fluid অতি তরল
symbol চিহ্ন, প্রতীক

T

tensile টানজাত
tin disease টিনের রোগ
thermoelectric তাপবিদ্যুৎ
,, ionic converter তাপ আয়নিক কনভার্টার
thermo nuclear explosion তাপ কেন্দ্রকীয় বিস্ফোরণ
thyroid gland থাইরয়েড গ্রন্থি
tracer সন্ধানী ট্রেসার
ansitional element সন্ধিগত মৌল
transuranic element ইউরেনিয়ামোত্তর মৌল

U

ultra violet অতিবেগুনী
uncharged অনাহিত
unit একক
universe মহাবিশ্ব
unstable অস্থায়ী ক্ষণস্থায়ী

V

vacuum distillation অনুপ্রেষ পাতন
valency যোজ্যতা
vertical উলম্ব
viscosity সান্দ্রতা
volatile উদ্বায়ী

W

walframium টাংস্টেন
wrought iron বিশুদ্ধ লোহা

X

X-ray রঞ্জন রশ্মি, এক্স-রে
,, diffraction এক্স-রে বিবর্তন